



Universidade Técnica de Lisboa

INSTITUTO SUPERIOR DE ECONOMIA E GESTÃO

Mestrado em Economia e Gestão de Ciência e Tecnologia



MODELO DE AVALIAÇÃO PARA AS INFRAESTRUTURAS TECNOLÓGICAS

António José Beleza Galante

Orientador: Doutor João Manuel Gaspar Caraça, ISEG, UTL

Co-orientador: Dra. Luisa Henriques, PRAXIS

Juri

Presidente: Doutor João Manuel Gaspar Caraça, ISEG, UTL

Vogais: Doutora Maria Beatriz de Oliveira Ruivo, Universidade de Aveiro
Doutor José Manuel Monteiro Barata, ISEG, UTL

Março 1997



À minha Mãe e ao meu Pai



Sumário

Palavras chave: Infraestruturas Tecnológicas, Sistema Científico e Tecnológico, “pontes de conhecimento”, Indicadores, Modelo de Avaliação.

O processo de inovação e difusão dependem, cada vez mais, das interacções entre os vários “actores” do meio científico e tecnológico, as empresas e o mercado. Por forma a promover este tipo de interacções, o governo Português tem, desde alguns anos, vindo a apoiar a constituição e desenvolvimento de Infraestruturas Tecnológicas (IT’s) com a capacidade e competência para estabelecer os elos de ligação no sistema científico e tecnológico nacional (SCT).

Embora as IT’s representem um fenómeno relativamente recente no nosso país, espera-se que venham a desempenhar um papel decisivo na criação e desenvolvimento de sinergias entre os laboratórios públicos, universidades, centros de investigação, centros de inovação e a indústria. As Infraestruturas Tecnológicas actuam como “pontes de conhecimento” que, através da ligação dos intervenientes do sistema científico e tecnológico às empresas apoiando o desenvolvimento de competências tecnológicas e contribuindo para a competitividade das empresas nos mercados nacionais e internacionais.

Nos últimos anos tem-se verificado uma especial atenção às teorias sobre avaliação de actividades empresariais, no estudo e selecção de projectos dentro das empresas/indústria, universidades e outras instituições. As IT’s não constituem uma excepção, tornando-se necessário implementar e desenvolver metodologias de informação relacionadas com a avaliação das próprias infraestruturas e das actividades que desenvolvem e colaboram.

Esta dissertação aborda e propõe a criação de um sistema de indicadores de *input* e *output* com o objectivo de desenvolver um modelo que permita a avaliação das Infraestruturas Tecnológicas. O modelo, não só permitirá a avaliação das suas actividades a nível interno, mas também ao nível do impacto nas empresas, universidades e sociedade. Com a criação de tais processos, pretende-se otimizar a organização e gestão das Infraestruturas Tecnológicas e, consequentemente, promover as sinergias e a confiança entre os vários “actores” do sistema científico e tecnológico nacional.

Abstract

Key words: Technological Infrastructures, Scientific and Technological System, *Knowledge Bridges*, Indicators, Evaluation Model.

The process of innovation and diffusion requires more and more interactions between the world of science and technology, the companies and marketplace. In order to promote this kind of interactions, the Portuguese government has been supporting in the last years the emergence, constitution and growth of Technological Infrastructures (TI's) which can establish the *missing links* in the scientific and technological system.

Although, TI's are a recent phenomenon in Portugal, they are expected to play a very important role in the development of synergy's between public laboratories, universities, innovation and research centres and industrial firms. TI's act as *knowledge bridges* that, by linking the actors of the scientific and technological system to the firms and supporting them in the development of technological competencies contribute to the creation and sustain of their competitive advantages in national and international markets.

Much attention has been paid to the theories and methods for the evaluation of companies and the evaluation and selection of projects within companies, universities and other institutions. TI's are no exception and there is a need to develop information processes concerning their activities evaluation and the evaluation of the projects they promote and collaborate.

This paper introduces an approach to the creation and selection of input and output indicators for the development of a model that will enable the evaluation of the TI. The model will not only allow the evaluation of the activities, but will also measure the impacts of such activities in firms, universities and the society. The creation of such information processes will optimise the Technological Infrastructure management and, as a consequence, will also enhance the synergy's and trust among the players of the national scientific and technological system.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer ao orientador e co-orientador da dissertação, Prof. João Caraça e Dra. Luísa Henriques, respectivamente.

Ao Prof. João Caraça, para além do apoio e incentivo prestados durante toda a parte escolar do Mestrado, agradece-se ainda o interesse e desafio constantes dedicados a este trabalho, enriquecendo e motivando de forma decisiva o desenvolvimento da dissertação.

À Dra. Luísa Henriques agradece-se a orientação temática e estrutural da dissertação, especialmente na área de avaliação de C&T, bem como a preciosa ajuda na selecção bibliográfica.

À equipa do ITEC, em especial para a direcção do CNT, agradeço o apoio no desenvolvimento do trabalho, bem como a paciência relativamente às horas dispensadas para desenvolver e terminar a dissertação.

Em especial agradeço ao Eng. Francisco Veloso, com quem discuti quase todos os aspectos do modelo proposto, e cuja colaboração se estendeu muito para além do campo profissional, constituindo uma ajuda preciosa para a conclusão da dissertação.

Ao Eng. José Rui Felizardo agradece-se a leitura e comentários das versões preliminares da dissertação. Agradece-se também à Dra. Amélia Pina e ao Eng. João Pedro Taborda, que amavelmente acompanharam e comentaram todo o trabalho.

À minha mãe e ao meu pai agradeço todo o apoio, dentro e fora do âmbito da dissertação, fundamental para o desenvolvimento deste trabalho. Ao meu pai, em particular, agradeço a leitura exaustiva e comentários preciosos durante todo o trabalho, fundamentais para garantir a clareza e profundidade da dissertação.

Finalmente, agradeço a todos os colegas e amigos que, directa ou indirectamente, colaboraram ou contribuíram, das mais diversas formas, para a conclusão da dissertação.

Índice



SUMÁRIO.....	III
ABSTRACT	IV
AGRADECIMENTOS	V
ÍNDICE.....	VI
PREFÁCIO	VIII
LISTA DE FIGURAS.....	X
LISTA DE TABELAS	XI
PRINCIPAIS ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS	XII
1. INTRODUÇÃO	3
1.1 Objectivo e Contributo da Dissertação	3
1.2 Enquadramento e Metodologia da Dissertação	4
1.3 Organização da Dissertação.....	6
Referências e Notas do Capítulo 1	7
2. CIÊNCIA E TECNOLOGIA.....	10
2.1 Sistema Científico e Tecnológico	14
2.2 Sistema Nacional de Inovação.....	17
2.2.1 Inovação, Tecnologia e Crescimento Económico	18
2.3 O Panorama Científico e Tecnológico Português	23
2.4 As Infra-estruturas Tecnológicas	30
2.4.1 O Papel e Caracterização Actual das IT's	33
Referências e Notas do Capítulo 2	35
3. A NECESSIDADE DA MEDIÇÃO DA CIÊNCIA	40
3.1 Indicadores de Ciência e Tecnologia	43
3.2 Metodologias de Avaliação de Ciência e Tecnologia	46
3.2.1 A Avaliação por fase de Desenvolvimento de Actividade/Projecto.....	48
3.2.2 Métodos de Avaliação Quantitativos.....	50
3.2.3 Métodos de Avaliação Qualitativos.....	52
Referências e Notas do Capítulo 3	54

4. MODELO DE AVALIAÇÃO PARA AS IT'S..... 58

4.1 Outros Modelos e Metodologias de Avaliação 59

4.2 Modelo de Funcionamento Proposto para as IT's 62

4.3 As Actividades das IT's 65

4.4 Desenvolvimento do Sistema de Indicadores..... 70

 4.4.1 *Indicadores de Entrada (input) 73*

 4.4.2 *Indicadores Internos de Actividade 75*

 4.4.3 *Indicadores de Saída (output) 78*

 4.4.4 *Indicadores de Impacto 81*

 4.4.5 *Quadro geral de Indicadores..... 84*

Referências e Notas do Capítulo 4..... 86

POSFÁCIO 89

BIBLIOGRAFIA 91

Prefácio¹

O processo de inovação e difusão tecnológica dependem, cada vez mais, das interações entre os vários intervenientes do meio científico e tecnológico, as empresas e o mercado. Por forma a promover este tipo de interações, em especial a relação meio científico e tecnológico e as empresas, os governos dos países mais desenvolvidos têm vindo a apoiar a criação e desenvolvimento de instituições com capacidades e competências para aproximar o “mundo” científico do “mundo” empresarial.

Em Portugal, este afastamento é notório, e constitui uma das razões principais para o atraso ao nível tecnológico e da capacidade de inovação da nossa indústria. No decorrer dos últimos anos, a aposta governamental no sentido de desenvolver a capacidade científica e tecnológica nacional levou à criação de uma rede de instituições vocacionadas para o desenvolvimento de capacidades científicas e tecnológicas. No entanto, e regra geral, o meio empresarial português continua a mostrar um baixo nível científico e tecnológico, aliado a uma fraca capacidade e motivação para inovar. Este facto, deve-se essencialmente à falta de comunicação que existe entre o meio científico e tecnológico e as empresas/indústria.

Torna-se, assim, necessário criar meios para estimular e orientar as empresas para a o desenvolvimento e inovação tecnológica, através da aproximação e promoção de um clima de maior confiança entre as partes.

As infraestruturas tecnológicas (IT's) são um dos exemplos mais recente deste esforço no sentido de acompanhar e apoiar as empresas nacionais face às evoluções e novos desafios tecnológicos. As IT's têm como missão aproximar a realidade científica e tecnológica à realidade empresarial. Para tal, torna-se necessário que estas conheçam a realidade das empresas e do seu mercado (actual e potencial) e se coloquem numa posição estratégica que lhes permita dar resposta às necessidades empresariais.

A criação de ferramentas de facilitem a missão das IT's, é fundamental para acelerar e aprofundar este processo de contacto e aproximação. Veloso², propõe na sua dissertação de Mestrado uma metodologia de auditoria tecnológica que procura dar resposta a este tipo de

¹ Prefácio da responsabilidade do autor.

² Veloso, F. M., 1996, “Auditoria Tecnológica nas Empresas: Um Modelo a Aplicar pelas Infraestruturas Tecnológicas”.

preocupações. Esta abordagem tem como objectivo abrir caminho para a definição de estratégias de intervenção das infraestruturas tecnológicas junto das empresas.

No enquadramento e seguimento da promoção de estratégias de aproximação e posicionamento das IT's face às empresas, surge esta dissertação. O modelo de Avaliação para as IT's propõe o desenvolvimento de um sistema de avaliação capaz de medir o desempenho da IT, avaliar as suas actividades, enquadra-la no Sistema Científico e Tecnológico (SCT) nacional, bem como permitirá a avaliação do próprio mercado e das necessidades das empresas. Esta metodologia, com uma clara vocação nacional, também actua como ferramenta de aproximação entre as IT's e as empresas, promovendo a compreensão mutua e o estabelecimento de objectivos comuns.

Este trabalho, tem também a motivação de uma necessidade específica de uma infraestrutura tecnológica, o ITEC. O ITEC (Instituto para a Europa Comunitária) funciona como uma instituição de interface entre a universidade e a empresas/indústria. A realização deste tipo de trabalhos aplicados às IT's é de grande valor para estas instituições, bem como contribui para a aproximação das IT's às empresas, e, consequentemente, para o desenvolvimento e inovação tecnológica das empresas portuguesas.

Lista de Figuras

Figura 1 - Árvore das Actividades de Ciência e Tecnologia.....	13
Figura 2 - “Actores” do Sistema Científico e Tecnológico.....	14
Figura 3 - Sistema Nacional de Inovação.....	17
Figura 4 - Modelo de Inovação em Cadeia (interactivo).	19
Figura 5 - O Processo de Inovação Tecnológica.....	20
Figura 6 - Evolução da despesa em I&D em Portugal (em % do PIB).....	25
Figura 7 - Evolução das Despesas em I&D, por Sector e em percentagem.....	27
Figura 8 - Comparação da distribuição de Recursos Humanos afectos à I&D por sector (78/88)..	28
Figura 9 - Distribuição de Recursos Humanos por Região e Sector em 1988 (em % de ETI).	28
Figura 10 - As IT’s no Sistema Científico e Tecnológico Nacional.	32
Figura 11 - A relação <i>push-pull</i> entre Tecnologia e Crescimento Economico.	41
Figura 12 - O Balance Scorecard.	60
Figura 13 - O Tableau de Bord e a Organização da IT.	61
Figura 14 - Modelo Geral de Referência para a Construção de Indicadores.	62
Figura 15 - Modelo Geral de Referência para a Construção de Indicadores	63
Figura 16 - Organização das Actividades da IT.....	66
Figura 17 - Lógica de Funcionamento de Actividades e Resultados das IT’s.....	68
Figura 18 - Matriz Organizacional Interna da IT.	69
Figura 19 - Modelo de Indicadores das IT’s.	71
Figura 20 - Relação entre as Encomendas do <i>Marketing</i> e as Vendas da IT.	76
Figura 21 - Despesas em Serviços em relação à Facturação em Serviços.	79
Figura 22 - Exemplo de aplicação dos Rácios de Impacto num produto/processo (<i>p</i>).....	82

Lista de Tabelas

Quadro 1 - Despesas em C&T em Portugal (em relação ao PIB)..... 24

Quadro 2 - Despesa em I&D nos Países da CE..... 25

Quadro 3 - Financiamento de I&D pelo Estado e pelas Empresas (em %). 26

Quadro 4 - Estratégias possíveis de investimento, garantindo..... 83

Quadro 5 - Quadro Geral de Indicadores de Avaliação da IT..... 84

Principais Abreviaturas e Acrónimos

C&T - Ciência e Tecnologia

CEC - Commission of the European Communities

ETI - Equivalente Tempo Integral

I&D - Investigação e Desenvolvimento

IDT - Investigação e Desenvolvimento Tecnológico

IPSFL - Instituição Privada Sem Fins Lucrativos

ITEC - Instituto para a Europa Comunitária

IT - Infraestrutura Tecnológica

JNICT - Junta Nacional de Investigação de Ciência e Tecnologia

OAC&T - Outras Actividades Científicas e Técnicas

PCT - Política Científica e Tecnológica

PEDIP - Plano Específico de Desenvolvimento da Indústria Portuguesa

PEDIP II - Plano Estratégico de Dinamização e Modernização da Indústria Portuguesa

PIB - Produto Interno Bruto

PME - Pequena e Média Empresa

RTO - *Research and Technology Organisation*

SCT - Sistema Científico e Tecnológico

SNI - Sistema Nacional de Inovação

Capítulo 1

Introdução

1. Introdução

Índice

1.1 Objectivo e Contributo da Dissertação	3
1.2 Enquadramento e Metodologia da Dissertação	4
1.3 Organização da Dissertação	6
Referências e Notas do Capítulo 1	7

1. Introdução

Neste capítulo começa-se por apresentar os objectivos e contributo da dissertação. Em seguida, descreve-se resumidamente o contexto em que se enquadra a dissertação, bem como a metodologia utilizada no seu desenvolvimento. Finalmente, procura-se, de forma sucinta e clara, resumir a estrutura e organização da dissertação.

1.1 Objectivo e Contributo da Dissertação

O objectivo principal desta dissertação é apresentar um modelo de avaliação para as Infraestruturas Tecnológicas (IT's). Espera-se ainda, com o desenvolvimento deste trabalho, estimular a discussão e expandir o estudo do tema da avaliação das IT's e selecção de indicadores de carácter científico e tecnológico em Portugal. Esta abordagem pretende essencialmente contribuir para uma melhor organização e gestão deste tipo de infraestruturas, para a compreensão de competências e lacunas. Em suma, a IT passa a conhecer-se melhor e, conseqüentemente, passa a conhecer melhor a sua missão e posicionamento face aos outros intervenientes do Sistema Científico e Tecnológico (SCT) nacional. O desenvolvimento de um modelo de avaliação das IT's surge como resultado desta necessidade.

Para a construção do modelo proposto, vamos partir de um nível teórico¹, procurando enquadrar os vários “actores” do SCT, em especial as IT's, com estudos efectuados sobre avaliação de Ciência e Tecnologia (C&T), avaliação de projectos de Investigação e Desenvolvimento (I&D). A partir deste modelo e analisando a realidade nacional, incluindo o posicionamento dos intervenientes do SCT, com particular destaque para as infraestruturas tecnológicas, propõe-se um sistema de indicadores².

O modelo possibilitará às IT's implementarem um sistema de avaliação com a capacidade de, não só avaliar o seu desempenho, medir as suas actividades e enquadrar os “actores” do SCT, mas também de actuar como ferramenta de avaliação do próprio mercado. O contributo da presente dissertação pretende ser o da concepção de um modelo de avaliação, que permita identificar oportunidades de intervenção das IT's de forma sistemática, através da recolha de informação relevante sobre o conhecimento científico e tecnológico da infraestrutura, bem como das capacidades e lacunas tecnológicas das empresas, permitindo uma melhor actuação junto destas.

Embora os resultados da dissertação estejam ainda num domínio conceptual (o modelo de avaliação), pode considerar-se este trabalho como sendo de investigação aplicada, por ter um objecto claro de aplicação (as Infraestruturas Tecnológicas).



1.2 Enquadramento e Metodologia da Dissertação

Ao longo das duas últimas décadas, as importantes alterações sociais, económicas e tecnológicas que se verificaram, colocaram a tecnologia no seio do processo económico. Esta alteração levou as empresas a repensarem e reorientarem as suas estratégias³. A par destas, os Estados dos países mais desenvolvidos também demonstram esforços no sentido de projectar as suas políticas, de forma a que o seu tecido produtivo seja capaz de dar resposta aos novos desafios.

Em Portugal, no decorrer dos últimos anos, a aposta governamental no sentido de desenvolver a capacidade científica e tecnológica nacional levou à criação de uma rede de instituições vocacionadas para a produção de conhecimentos científicos e tecnológicos. As Infraestruturas Tecnológicas (IT's) são o exemplo mais recente deste esforço no sentido de acompanhar e apoiar as empresas nacionais face às evoluções e desafios tecnológicos.

Paralelamente, foram também desenvolvidos alguns processos de medição e avaliação deste tipo de infraestruturas⁴ com o objectivo principal de apoiar as IT's no seu controlo e gestão interna. No entanto, este tipo de abordagem revela-se, em nossa opinião, algo limitado, uma vez que aborda maioritariamente factores de carácter financeiro. Pensamos ser fundamental avaliar, para além dos factores quantitativos, também os factores qualitativos⁵.

Ainda neste contexto, coloca-se a questão de qual deve ser o posicionamento destas instituições no seio do sistema científico e tecnológico nacional, no Sistema Nacional de Inovação (SNI), e qual o seu papel específico em relação aos “actores” neles intervenientes, como sejam os laboratórios do estado, as universidades e as empresas, entre outros. Não existe ainda uma visão estabelecida e partilhada a nível internacional sobre a melhor forma de posicionar as IT's numa política integrada de desenvolvimento tecnológico dos países. Este facto, obriga a reflectir sobre a sua missão, potencialidades e ligações antes de se definirem estratégias de actuação junto do mercado.

Como resultado desta situação, torna-se necessário implementar estratégias de avaliação e diagnóstico das infraestruturas tecnológicas e das actividades por estas desenvolvidas, por forma a que estas se possam avaliar e melhor se enquadrar no seio do sistema nacional de inovação.

Dentro do contexto da criação deste tipo de ferramentas, foi recentemente proposta uma metodologia de auditoria tecnológica que procura dar resposta a este tipo de preocupações⁶. Este tipo de iniciativas são fundamentais na definição de estratégias de intervenção das

infraestruturas tecnológicas junto das empresas.

Com a criação de modelos de avaliação e da definição do posicionamento das IT's, estão criadas as condições que permitem aprofundar o conhecimento interno, do mercado e, conseqüentemente actuar melhor junto das empresas.

O desenvolvimento de um modelo e método de avaliação das actividades das IT's surge como resultado desta necessidade. Nesta dissertação aborda-se esta problemática, propondo um modelo de avaliação das IT's que permitirá às infraestruturas:

- ⇒ **diagnosticar e avaliar a actual situação interna no que respeita ao seu nível tecnológico e capacidades de gestão da tecnologia;**
- ⇒ **avaliar o impacto externo das novas tecnologias, nomeadamente, junto das empresas, no que diz respeito ao nível e capacidade de absorção das tecnologias;**
- ⇒ **estabelecer e promover a ligação dos vários “actores” do Sistema Científico e Tecnológico, com particular incidência nas empresas e universidades, identificando oportunidades de intervenção junto das mesmas.**

Esta dissertação encontra-se claramente dividida em duas partes: uma mais teórica e outra de carácter mais prático. Na primeira, abordam-se aspectos mais teóricos relacionados com C&T e com a avaliação de carácter científico e tecnológico. Na segunda parte, desenvolvem-se vários aspectos teóricos relacionados com as IT's e com metodologias de avaliação, aplicados à realidade nacional.

Finalmente, será proposto o modelo de avaliação das Infraestruturas Tecnológicas. Este modelo terá como base todo o enquadramento teórico desenvolvido nos dois capítulos anteriores e poderá servir de ponto de partida para o desenvolvimento de estudos posteriores, como por exemplo, o de um sistema de informação que permita à IT avaliar e medir as suas actividades, quer a nível interno, quer a nível externo. Esta dissertação tentará, ainda, contribuir para a discussão e debate de ideias e novos modelos sobre as questões da avaliação das IT's em Portugal.

1.3 Organização da Dissertação

Como já referimos anteriormente, esta dissertação encontra-se dividida em duas partes: uma teórica e outra mais prática. Assim, os capítulos 2 e 3 têm carácter teórico e procuram introduzir as bases e conceitos necessários ao desenvolvimento do modelo proposto. O modelo de avaliação será desenvolvido no capítulo 4.

No capítulo 2, começa-se por abordar o tema “Ciência e Tecnologia”, dando especial relevância a determinados conceitos e definições fundamentais para a compreensão e fluência na leitura da dissertação. Conceitos como sistema científico e tecnológico, inovação e sistema nacional de inovação, entre outros, são abordados e articulados entre si, por forma a enquadrar as IT's no SCT.

Com esta abordagem, pretende-se enquadrar, não só as Infraestruturas Tecnológicas dentro do sistema científico e tecnológico nacional, mas também compreender o papel e posicionamento dos vários “actores” do Sistema Científico e Tecnológico Nacional e a relação e ligação destes com a sociedade.

O capítulo seguinte (capítulo 3), centra-se na questão da avaliação. Nele abordam-se várias teorias e métodos de avaliação aplicados à ciência e tecnologia, inovação, empresas e indústria. Neste contexto, serão abordadas as metodologias que, em nossa opinião, melhor se enquadram na realidade das Infraestruturas Tecnológicas.

Finalmente, no capítulo 4, e com base nas teorias abordadas no capítulo anterior, parte-se para o desenvolvimento do modelo de avaliação das Infraestruturas Tecnológicas. O modelo proposto centrar-se-á nas actividades desenvolvidas pelas IT's⁷. Para tal, construir-se-á uma bateria de indicadores com base no conjunto de actividades das Infraestruturas Tecnológicas. O modelo final poderá servir de ponto de partida para o desenvolvimento futuro de um sistema de informação aplicado às IT's.

Referências e Notas do Capítulo 1

- ¹ Esta abordagem teórica encontra-se desenvolvida nos capítulos 2 e 3.
- ² Desenvolvido no capítulo central da dissertação (capítulo 4).
- ³ Caraça, et al. (1992).
- ⁴ *Tableau de Bord*, Gabinete de Estudos e Planeamento (GEP) do Ministério da Indústria e Energia (1995).
- ⁵ Questão abordada nos capítulos 3 e 4.
- ⁶ Veloso, F. M., 1996, “Auditoria Tecnológica nas Empresas: Um Modelo a Aplicar pelas Infraestruturas Tecnológicas”.
- ⁷ Metodologia de abordagem proposta para o Modelo de Avaliação das IT's (capítulo 4).

Capítulo 2

Ciência e Tecnologia

2. Ciência e Tecnologia



Índice

2.1 Sistema Científico e Tecnológico.....	14
2.2 Sistema Nacional de Inovação	17
2.2.1 Inovação, Tecnologia e Crescimento Económico.....	18
2.3 O Panorama Científico e Tecnológico Português.....	23
2.4 As Infra-estruturas Tecnológicas.....	30
2.5.1 O Papel e Caracterização Actual das IT's	33
Referências e Notas do Capítulo 2	35

2. Ciência e Tecnologia

Hoje em dia fala-se muito de ciência e tecnologia. De facto, o conjunto de alterações a que se assiste desde o início da década de 80 condicionaram o papel da ciência e da tecnologia no desenvolvimento económico, social e organizacional, e têm contribuído em grande medida para o progresso e bem-estar das sociedades mais desenvolvidas.

Conceitos como ciência e tecnologia, inovação, entre outros, embora muitas vezes imprecisos ou incorrectamente utilizados, têm-se difundido lentamente no seio das sociedades dos países desenvolvidos, acompanhando o evoluir dos acontecimentos à escala mundial/global. Poder-se-à considerar que a partir da década de 80 passamos a assistir à globalização da ciência e da tecnologia¹.

O fenómeno da globalização, segundo o Grupo de Lisboa², refere-se à multiplicidade de relações e ligações entre os estados e as sociedades que constituem e caracterizam o presente sistema mundial. A globalização descreve o processo pelo qual os acontecimentos, actividades e decisões levadas a cabo num determinado ponto do globo, acarretam consequências significativas para as comunidades e indivíduos em zonas distantes do mundo.

Ao longo da dissertação invocaremos alguns conceitos e termos que importa clarificar e definir, desde já, não só por exigências de rigor, mas também porque muitos estão vulgarmente associados a outros conceitos na linguagem corrente. Neste capítulo, tentaremos explicar clara e sucintamente cada um dos conceitos, bem como enquadrar e caracterizar os vários “actores” do sistema científico e tecnológico nacional.

Ciência e tecnologia são dois conceitos intimamente ligados e representam factores chave para o desenvolvimento económico³. O crescimento de elos de ligação entre os sectores privado e público, especialmente entre universidades e centros de investigação e a indústria, leva os governos a criar iniciativas de promoção destas redes. A generalidade das questões que se prendem com a posição e competitividade dos países no mundo tem sido condicionadas pelo rápido avanço dos conhecimentos científicos e tecnológicos. O impacto da microelectrónica e das tecnologias da informação nas sociedades do final do nosso século, são um exemplo inequívoco do que acabámos de referir.

Como sabemos, o crescimento económico assenta fundamentalmente nas modificações inovadoras introduzidas ao nível do sistema produtivo. A ciência e a tecnologia são elementos cruciais na definição das estratégias de desenvolvimento e na criação de oportunidades a longo prazo.

A relação entre Ciência e Tecnologia é frequentemente mal entendida, sendo por vezes as suas próprias definições alvo de em virtude de não ter sido devidamente clarificada no passado. Segundo Caraça⁴, os progressos na ciência dependem em larga medida da invenção de instrumentos científicos adequados, cuja possibilidade de manufactura se reporta, obviamente, ao grau de desenvolvimento tecnológico da época.

Desta forma, convém desde já destrinçar e definir cada uma delas por forma a não criar confusões futuras. De acordo com as recomendações resultantes do esforço desenvolvido pela UNESCO⁵ neste domínio, podemos definir:

“a ciência como o conjunto de conhecimentos organizado sobre os mecanismos de causalidade dos factos observáveis, obtido através do estudo objectivo dos fenómenos empíricos”;

“a tecnologia como o conjunto de conhecimentos científicos ou empíricos directamente aplicáveis à produção, à melhoria ou à utilização de bens ou serviços”.

Embora não seja possível separar completamente ciência de tecnologia em termos dos processos de investigação e desenvolvimento experimental, não há dúvida de que, no campo da política científica e tecnológica, estes conceitos podem ser considerados distintos, tendo em vista finalidades específicas.

Em relação às actividades científicas e tecnológicas, e segundo o *Manual de Frascati*⁶ surge o conceito de Investigação e Desenvolvimento (I&D). As actividades de desenvolvimento experimental englobam trabalhos de carácter inovador efectuados de forma sistemática, com o objectivo de alargar os conhecimentos do homem, da cultura e da sociedade, bem como o desenvolvimento de novas aplicações a partir desses conhecimentos⁷.

Do ponto de vista funcional, distinguem-se as seguintes três categorias de actividades de I&D⁸:

- Investigação fundamental - consiste nos trabalhos, experimentais ou teóricos, empreendidos com a finalidade de obtenção de novos conhecimentos científicos sobre os fundamentos de fenómenos e factos observáveis, sem objectivos específicos de aplicação prática;
- Investigação aplicada - consiste nos trabalhos, originais também, efectuados com vista à aquisição de novos conhecimentos, mas com uma finalidade ou objectivo predeterminados;

- Desenvolvimento experimental - consiste na utilização sistemática de conhecimentos existentes, obtidos através da investigação e/ou da experiência prática, com vista ao fabrico de novos materiais, produtos ou dispositivos, ao estabelecimento de novos processos, sistemas ou serviços, ou à melhoria significativa dos já existentes.

As actividades de ciência e tecnologia integram ainda outro tipo de actividades, além das de I&D, designadas precisamente por Outras Actividades Científicas e Técnicas (OAC&T).

As Outras Actividades Científicas e Técnicas constituem um conjunto de actividades, sem carácter significativamente inovador, cuja realização não se inscreve, única ou principalmente, no âmbito de projectos de I&D. São exemplos deste tipo de actividades⁹:

- a consultoria técnica;
- o controlo de qualidade;
- os ensaios e testes de rotina e normalização;
- os cuidados médicos especializados;
- a documentação e a informação científica e técnica e sua difusão;
- os estudos de políticas e programas operacionais;
- a prospecção de recursos naturais;
- a recolha e análise de dados, de interesse geral ou específico;
- os serviços de patentes e licenças.

Embora não se revistam de carácter significativamente inovador, como já referimos anteriormente, facilmente nos apercebemos da sua grande importância e do seu papel no funcionamento da economia.

A Figura 1 representa a árvore das actividades científicas e tecnológicas. Assim, torna-se clara a forma como as várias actividades estão organizadas e relacionadas entre si, observando-se claramente a divisão das actividades de ciência e tecnologia em dois ramos, o da I&D e o das OAC&T.

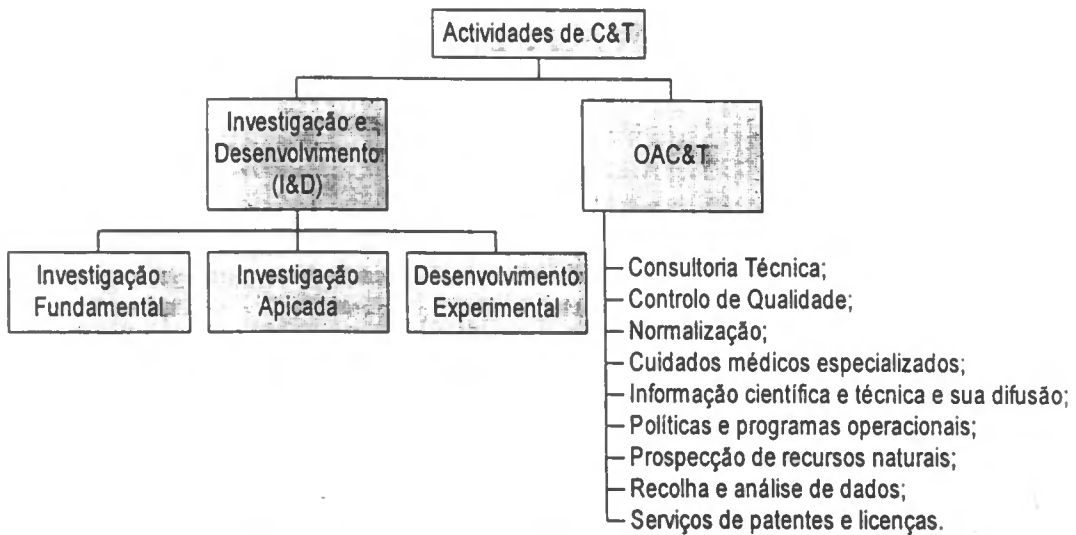


Figura 1 - Árvore das Actividades de Ciência e Tecnologia.

No seu conjunto, I&D e OAC&T constituem as actividades de ciência e tecnologia. Estas actividades definem-se como a totalidade das actividades sistemáticas, estreitamente ligadas à produção, à promoção, à difusão e à aplicação de conhecimentos científicos e tecnológicos, em todos os domínios da ciência e da tecnologia. A um nível nacional, as actividades de ciência e tecnologia organizam-se no quadro do correspondente sistema científico e tecnológico (SCT).



2.1 Sistema Científico e Tecnológico

O Sistema Científico e Tecnológico (SCT) define-se como o conjunto articulado dos recursos científicos e tecnológicos (tais como recursos humanos, financeiros, institucionais e de informação), e como as actividades organizadas com vista à descoberta, invenção, transferência e fomento da aplicação de conhecimentos científicos e tecnológicos, a fim de se alcançarem os objectivos nacionais no domínio económico e social¹⁰.

Do ponto de vista da economia, os sistemas científicos e tecnológicos são sistemas que geram fundamentalmente conhecimentos para o mercado¹¹. Nesta perspectiva, os recursos humanos do SCT são a sua verdadeira infra-estrutura, funcionando o conjunto das actividades de C&T como a estrutura produtora e difusora do novo conhecimento. É através da incorporação de conhecimento em novos produtos, processos e sistemas que estes se difundem com sucesso no mercado que se gera riqueza.

De um ponto de vista funcional, o sistema científico e tecnológico é constituído por unidades, agrupadas em quatro sectores principais¹² (Figura 2):

- laboratórios e institutos do estado;
- unidades ligadas ao ensino superior;
- Instituições Privadas Sem Fins Lucrativos (IPSFL);
- empresas.

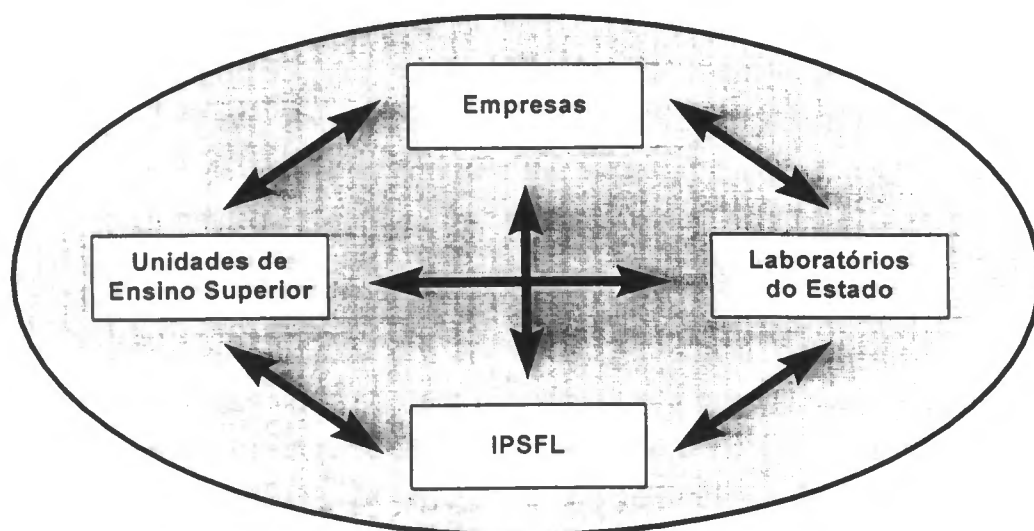


Figura 2 - “Actores” do Sistema Científico e Tecnológico.

Segundo Caraça¹³, o desempenho das actividades de ciência e tecnologia pode ser aferido através do recurso a indicadores, dos quais os mais utilizados são os de *input* (que se referem a recursos); a despesa em investigação e desenvolvimento (DI&D); a despesa em outras actividades científicas e técnicas (DOAC&T); os pagamentos ao exterior por compra de tecnologia; o número de investigadores; e o pessoal total em I&D.

Os valores das despesas em I&D e OAC&T e dos pagamentos por compra de tecnologia costumam relacionar-se com o produto interno bruto (PIB), exprimindo-se em percentagens do PIB. Por outro lado, o número de investigadores e o total de pessoal em actividades de I&D costumam relacionar-se com o total da população activa, exprimindo essas razões em permilagens da população activa.

Contudo, muitos outros indicadores existem, nomeadamente os que se referem aos níveis de produção científica e tecnológica, sendo este grupo de indicadores que vem tendo uma utilização cada vez mais intensa (em anos recentes)¹⁴.

Os SCT's são elementos de natureza estrutural, evoluindo lentamente no tempo, carecendo de bases fortes e de uma enorme e consciente concentração de esforços durante largos períodos, a fim de estarem aptos a implementar mudanças sensíveis e com reflexos nas demais áreas produtivas do país. Na realidade, a intensidade do esforço que cada país dedica às actividades científicas e tecnológicas representa não só a ideia do que nesse país se faz das necessidades de inovação do seu sistema produtivo a curto e médio prazo, mas também a capacidade de lançar as bases da competitividade das suas indústrias (no horizonte) a longo prazo.

O nível de cultura científica e técnica de um povo é um poderoso factor na formação e construção dos significados que utiliza e exporta. O vasto leque de actividades que constitui as OAC&T tem, pois, um peso considerável na capacidade de desenvolvimento económico e social de um país dado (pela sua natureza) contribuir crucialmente para a difusão dos conhecimentos científicos e tecnológicos gerados ou importados pelo SCT na sociedade em geral.

Em termos operativos, as OAC&T desenvolvem-se como complemento, adição ou extensão das actividades de I&D. Quer isto dizer que a questão central de uma política científica e tecnológica nacional é não só a de assegurar o valor do investimento em I&D, mas também, e sobretudo, a de reforçar mais significativamente o suporte às outras actividades no domínio da ciência e tecnologia, às OAC&T, de forma a que o conjunto das actividades científicas e tecnológicas se integre no núcleo do processo de desenvolvimento económico e social.

Podemos, então, introduzir o conceito de política científica e tecnológica (PCT). De acordo com as noções anteriormente expressas, uma política científica e tecnológica consiste no conjunto de medidas e procedimentos destinados a incentivar e controlar a criação, a aplicação, a difusão e o uso de ciência e tecnologia¹⁵.

Desta forma, ciência e tecnologia não aparecem como variáveis independentes de um processo de desenvolvimento. As suas actividades inserem-se, intervêm e condicionam o meio político, económico, social e cultural que as suporta.

2.2 Sistema Nacional de Inovação

Apesar da noção de Sistema Científico e Tecnológico contemplar e defender uma divisão e caracterização dos vários actores que intervêm no sistema, analisando e valorizando o papel de cada um, a partir da década de 80 regista-se uma crescente acção e interactividade entre os vários agentes do SCT que tradicionalmente estavam separados (como por exemplo, o caso das universidades e empresas ou laboratórios do estado).

Assim, fruto de estudos empíricos e de formulações teóricas, a noção de Sistema Científico e Tecnológico perde algum protagonismo no quadro de reflexão de assuntos referentes à organização da Ciência e Tecnologia, e surge, como alternativa, o que se convencionou chamar Sistema Nacional de Inovação¹⁶, onde se enquadra a dinâmica de interacção dos agentes, dos factores locais, e de outros aspectos.

De acordo com Freeman¹⁷, o Sistema Nacional de Inovação (SNI) define-se como uma rede de instituições nos sectores público e privado cujas actividades e interacções geram, importam, alteram e difundem novas tecnologias.

A gestão e eficácia do sistema nacional de inovação condicionam o tipo e valor económico das inovações geradas, bem como o ritmo a que essas inovações se difundem. No sistema nacional de inovação interagem vários factores, tais como: o sistema produtivo; o sistema de ensino-formação; o sistema científico e tecnológico; o governo e a banca¹⁸ (Figura 3). A Informação representa um papel fundamental como chave de ligação de todos estes “actores”.

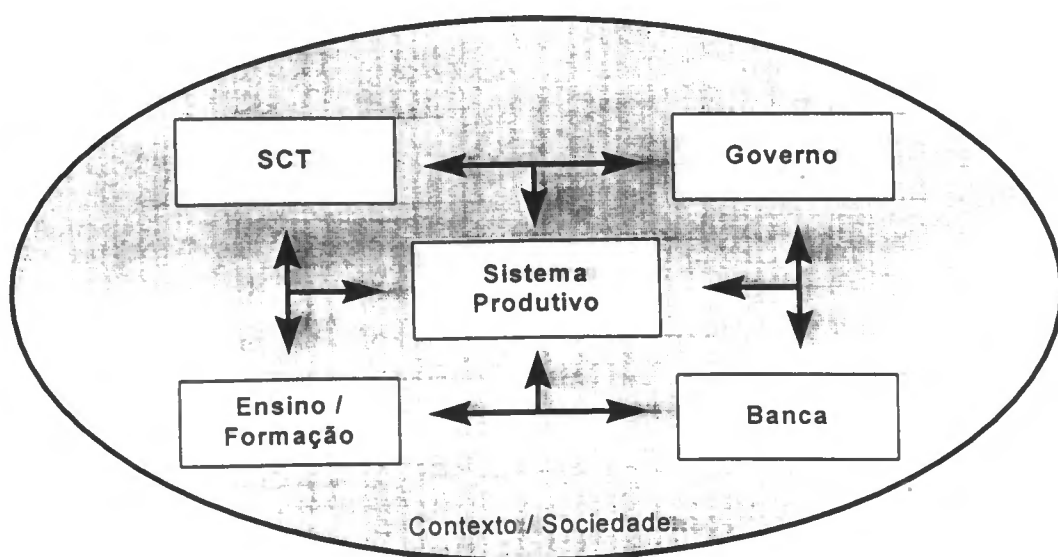


Figura 3 - Sistema Nacional de Inovação¹⁹.

2.2.1 Inovação, Tecnologia e Crescimento Económico

No final do século XVIII, com a revolução industrial inglesa, a noção de tempo sofreu uma alteração de tal forma acentuada que, obrigou o homem a ver o mundo com outros olhos. Hoje, as mentalidades mudaram. O ritmo elevado da ocorrência de inovações constitui uma característica singular do presente. A rápida difusão da inovação tecnológica afecta os modos de vida e organização das empresas e pessoas.

A partir dos anos 80 a reflexão sobre a relação entre tecnologia e desenvolvimento económico e social apresenta novos desenvolvimentos. Hoje, o principal factor ambiental que condiciona e estimula a inovação é a cultura prevalecente na sociedade e nas empresas, em particular no que diz respeito às atitudes relativas ao risco e à propensão para inovar²⁰. A falta de vontade ou medo de inovar é, sem dúvida alguma o maior inimigo do processo de inovação.

Complementarmente às novas teorias do crescimento, emergiram em meados dos anos 80 outras contribuições para o desenvolvimento e difusão da mudança tecnológica²¹. Tais contribuições consideram que a tecnologia é interna à economia, gerada e disseminada através das relações e interações entre empresas, universidades e laboratórios, originando a inovação²². Desta forma, os modelos lineares dos anos 60 deram lugar ao entendimento da inovação como processo complexo em que interagem instituições do sistema educativo (universidades), do SCT e empresas. As actividades de I&D determinam e são determinadas pelo mercado, dando lugar ao modelo interactivo da inovação²³.

O modelo proposto por Kline e Rosenberg em 1986 (Figura 4) representa uma abordagem desse novo entendimento. O modelo é interactivo, resultando num complexo conjunto de ligações e retroacções entre as empresas e o sistema científico e tecnológico envolvente. De facto, este entendimento da inovação dá às empresas uma posição central no processo de criação de riqueza a partir dos desenvolvimentos científicos e tecnológicos.

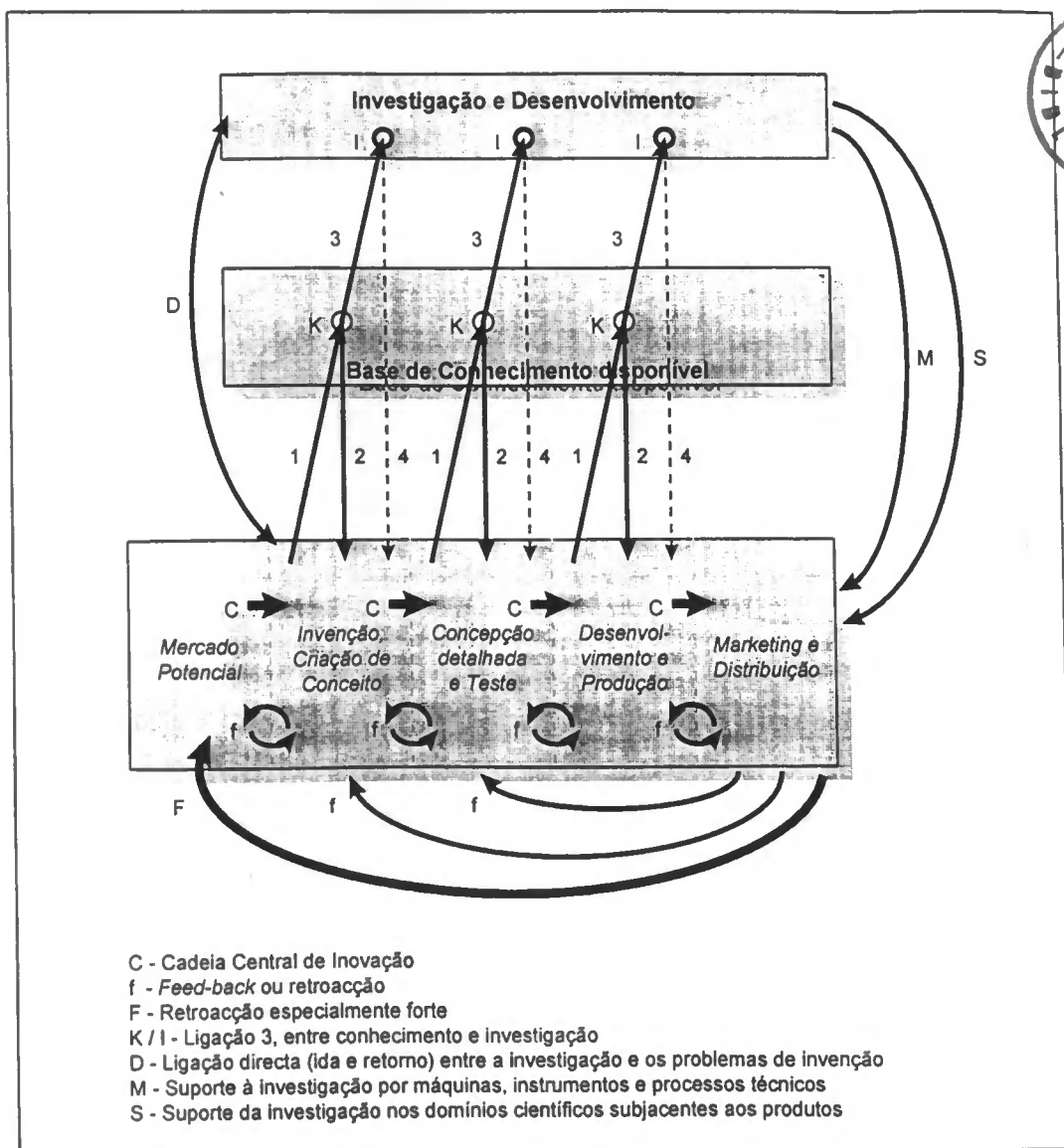


Figura 4 - Modelo de Inovação em Cadeia (interactivo)²⁴.

Esta interdependência entre o SCT e as empresas levou ao conceito de sistema nacional de inovação, onde se geram e difundem as novas tecnologias e que engloba os sistemas produtivo, de ensino, de C&T, financeiro e o estado²⁵. Da interacção entre estes factores resulta o bom funcionamento do sistema. Assim, podemos concluir que o progresso tecnológico e o crescimento económico de um país não dependem apenas do sistema científico e tecnológico, sendo função dos aspectos financeiros, organizacionais e humanos dos sistemas nacionais de inovação²⁶.

Pode distinguir-se duas fases distintas no processo de inovação: a primeira, de carácter essencialmente “imaterial”, a geração da inovação que se prolonga até à introdução do produto ou serviço no mercado; e a segunda que corresponde à difusão da inovação no mercado²⁷ (Figura 5).

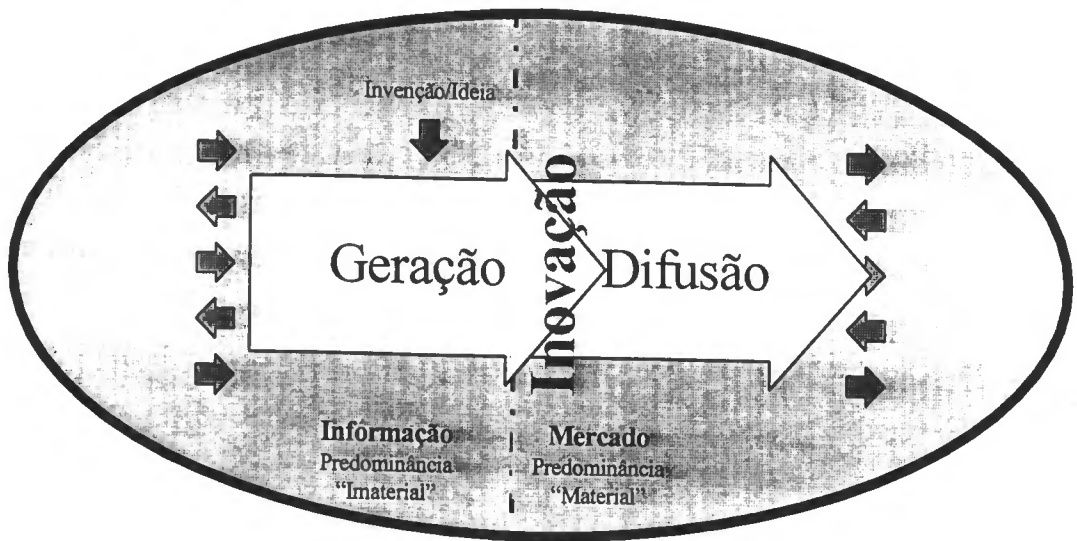


Figura 5 - O Processo de Inovação Tecnológica²⁸.

As interacções entre os agentes inovadores e o meio ambiente são a essência do processo de inovação, muito diferente da visão tradicional que recorria ao modelo linear do tipo *pipe-line*. Tal modelo limitava-se a organizar sequencialmente um determinado número de actividades, de entre as quais podemos salientar a investigação fundamental e aplicada, o desenvolvimento experimental e pré-industrial, produção e *marketing*.

Na base da compreensão deste fenómeno está a própria noção de inovação e os factores a ela associados, nomeadamente os aspectos tangíveis e intangíveis. Neste contexto, Caraça²⁹ propõe a distinção e divisão em três etapas:

1. Invenção, que consiste na ideia ou esquema, na antevisão de um novo produto ou de processo, onde existe uma predominância do “imaterial”;
2. Inovação, que representa a primeira comercialização de um novo produto ou processo, correspondendo à introdução no mercado da invenção (sob a forma de bem ou serviço);
3. Difusão, que corresponde ao processo de alastramento da inovação no seio da comunidade de utilizadores potenciais, onde o “material” exerce a sua predominância.

Para podermos fazer frente à complexidade envolvida no processo de mudança tecnológica temos que criar um padrão conceptual que permita efectuar algumas generalizações no sentido de criar tipologias de agrupamento. Segundo estudos recentes efectuados por vários autores, de entre os quais salientamos Freeman e Perez (1988)³⁰, podemos distinguir quatro tipos de inovação, que passamos a descrever.

- 1) Inovações incrementais (1): observadas quando há pequenas mudanças nos produtos ou processos que permitem melhorar a qualidade ou diminuir os custos com aumento de produtividade. Este tipo de inovações surge normalmente de um trabalho de assimilação da tecnologia, da compatibilização entre equipamentos, da aprendizagem ao longo do processo produtivo, dos melhoramentos que os utilizadores introduzem e também da interacção das partes envolvidas;
- 2) Inovações radicais (2): processam-se de forma descontínua, sendo resultado de um esforço de I&D direccionado, efectuado em universidades, instituições públicas e laboratórios de empresas, entre outros. As inovações radicais dão muitas vezes lugar a mercados completamente novos, sem, contudo, alterar a estrutura do sistema económico;
- 3) Mudança de sistema tecnológico (3): trata-se de mudanças profundas na tecnologia que afectam vários ramos da economia ou dão origem a sectores completamente novos. Durante estes períodos ocorrem, normalmente, inovações de carácter radical e incremental, proporcionando o aparecimento de novos produtos ou famílias de produtos, de processos e estruturas organizacionais;
- 4) Mudança de paradigma tecno-económico (4): este tipo de inovação tem efeitos a nível do funcionamento do sistema económico. É aquilo a que podemos chamar uma “revolução tecnológica”. A mudança de paradigma tecno-económico leva, não só ao aparecimento de novos produtos e processos, mas também à alteração dos modos de organização económica e cultural, bem como dos comportamentos dos agentes económicos.

Desta forma, é fácil compreender que os avanços tecnológicos de uma dada indústria ou economia estão directamente dependentes das direcções seguidas pela investigação passada e pelas inovações antecedentes³¹. A todas estas mudanças depara-se um conjunto de factores condicionantes e impulsionantes da sua expansão/difusão.

Apesar de a geração e difusão da inovação serem duas etapas interactuantes do mesmo processo, é possível e aconselhável distingui-las de forma a poder analisá-las separadamente. Assim, para a análise da difusão é necessário ter em linha de conta diversas variáveis. Os aspectos a considerar são essencialmente os seguintes³²:

- características da inovação;
- características dos utilizadores potenciais;
- características dos produtores da inovação;
- oferta e procura da inovação;

- fluxos de informação que se estabelecem entre os participantes;
- características do ambiente em que se processa a difusão.

Estudos recentes na área da inovação tecnológica chegaram à conclusão de que a criação de uma nova forma de organização com a capacidade de encorajar e promover de um modo flexível a comunicação e cooperação entre os laboratórios universitários, centros de investigação, empresas e utilizadores finais.

Ainda neste capítulo iremos abordar um tipo de organização (a infraestrutura tecnológica) que tem como um dos seus principais objectivos estabelecer os elos de ligação e difusão entre os “actores” do sistema científico e tecnológico.

2.3 O Panorama Científico e Tecnológico Português

A relevância que os conhecimentos científicos e tecnológicos assumem nos nossos dias é resultante das transformações que acompanharam um longo processo de desenvolvimento e que foi fortemente acelerado a partir do início da revolução industrial. Evidentemente, o progresso nos domínios da ciência e tecnologia contribuiu também, poderosamente, para esse processo, sobretudo nos últimos duzentos anos. A influência da ciência e tecnologia no quotidiano tem, pois, de ser encarada simultaneamente como uma consequência e uma causa do estágio de desenvolvimento das sociedades modernas.

O crescimento económico assenta fundamentalmente nas modificações inovadoras introduzidos no sistema produtivo. O funcionamento eficaz do sistema científico e tecnológico surge, deste modo, como um factor crucial do bem-estar e das perspectivas futuras da sociedade contemporânea.

Desde 1986, ano em que Portugal aderiu à Comunidade Europeia (CE), que o sistema científico e tecnológico nacional tem vindo a crescer e a desenvolver-se a um ritmo mais acelerado. Para tal, tem contribuído o papel desempenhado pelo governo Português, bem como a implementação de programas comunitários de desenvolvimento científico e tecnológico³³. Os resultados deste processo têm vindo a ser revelados lentamente, sendo, no entanto, consideráveis.

De facto, Portugal não se encontra no grupo de países cujo SCT apresenta maior índice de desenvolvimento. De entre os vários factores que se apontam como responsáveis por este atraso, podemos salientar quatro que nos parecem decisivos³⁴:

- O volume de financiamento do sector das empresas às actividades de I&D é baixo, sendo o Estado o grande financiador das actividades de I&D;
- A articulação entre os vários “actores” do Sistema Nacional de Inovação (SNI) é relativamente fraca, sendo reduzida a comunicação entre as principais entidades;
- O nível de despesa total em actividades de I&D é baixo e o pessoal afecto às actividades científicas e tecnológicas é bastante reduzido;
- A razão entre o volume das despesas em OAC&T e I&D é baixa.

Este tipo de formulação das características do SCT nacional tem como referência um SCT desenvolvido, como, por exemplo, os da maioria dos países membros da Comunidade Europeia (com a excepção da Irlanda e da Grécia). Como teremos oportunidade de observar neste subcapítulo, através da análise de alguns quadros e gráficos, verificam-se claramente os factores anteriormente apontados. Verificamos, assim, em termos comparativos muito breves, a distância que nos separa dos nossos parceiros europeus mais desenvolvidos.

Com esta análise, julgamos contribuir para um melhor entendimento e enquadramento da situação Portuguesa no contexto científico e tecnológico Europeu. Contudo, é conveniente acrescentar que a não actualização de alguns factos (especialmente a nível europeu) e a não coincidência de datas com certos dados, é-nos (perfeitamente) alheia.

O Quadro 1 revela-nos as despesas em I&D em Portugal (em relação ao PIB) no período compreendido entre 1980 e 1992. Nele pode facilmente verificar-se a evolução do valor da despesa total em I&D de 0,34% a 0,61% entre 1980 e 1990. Observa-se também o baixo valor do quociente entre as despesas em OAC&T e as de I&D, variando de 1,3% em 1978 e cerca de 2% em 1986 (último ano de que dispomos dados relativamente à despesa em OAC&T).

Ano	I&D (percentagem)	OAC&T (percentagem)
1980	0,34	n/d
1982	0,35	0,64
1984	0,40	0,78
1986	0,45	0,96
1988	0,50	n/d
1990	0,61	n/d
1992	0,71*	n/d

n/d - não disponível (a partir de 1996 só é publicado para o sector empresas).

* Cálculos com série de deflactores anterior à alteração da fórmula de cálculo do PIB de 1991 (INE). Com a nova série, o valor em 1992 é apenas 0,61 do PIB.

Quadro 1 - Despesas em C&T em Portugal (em relação ao PIB)³⁵.

Vejamos agora o quadro comparativo da situação nacional com a dos restantes países da comunidade (Quadro 2). O quadro representa a comparação da despesa total em I&D e a percentagem da despesa em I&D em relação ao PIB, na Comunidade Europeia.

País	Despesa Total em I&D (PPCC 10 ⁶ USD)	Despesa em I&D / PIB (percentagem)
Alemanha (1990)	32 467,5	2,81
Bélgica (1990)	2 760,6	1,69
Dinamarca (1989)	1 242,8	1,54
Espanha (1990)	3 728,2	0,81
França (1989)	21 543,8	2,34
Grécia (1988)	244,6	0,37
Holanda (1989)	4 712,3	2,16
Reino Unido (1989)	19 525,1	2,27
Irlanda (1990)	329,9	0,88
Itália (1989)	10 797,5	1,24
Portugal (1990)	501,8	0,61

Quadro 2 - Despesa em I&D nos Países da CE³⁶.

Com estes números conclui-se que Portugal em conjunto com a Grécia, e também com a Irlanda e a Espanha, ocupam (especialmente os dois primeiros) uma posição mais desfavorável em relação aos seus parceiros europeus. Em relação à situação Portuguesa, podemos justificá-la como fruto de um “acordar” tardio para as questões da ciência e tecnologia. Podemos ainda destacar a Alemanha, a França e a Inglaterra como os países com maior volume de despesa em I&D, respectivamente.

Contudo, e embora o cenário esteja longe de ser o ideal, tem-se verificado, desde o início da década de 80, um aumento considerável em relação à evolução das despesas de I&D, em Portugal (Figura 6).

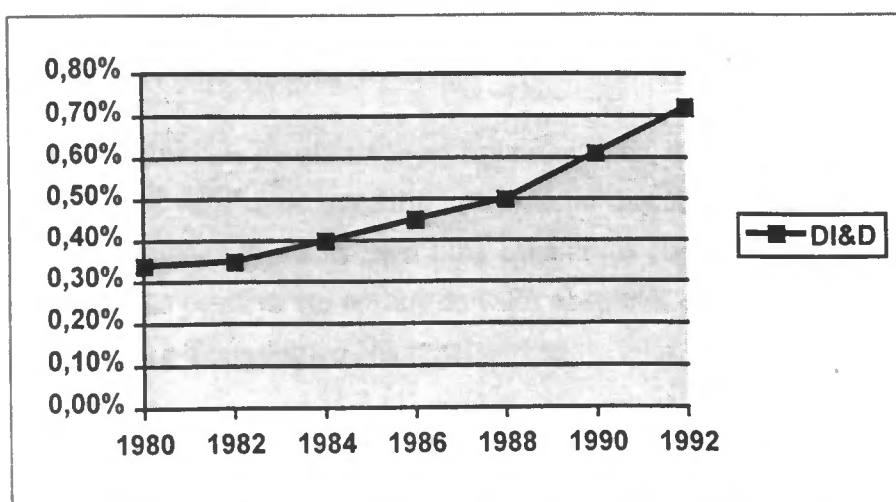


Figura 6 - Evolução da despesa em I&D em Portugal (em % do PIB)³⁷.

Como se pode observar na figura anterior, verifica-se uma alteração da taxa de crescimento a partir de 1988, taxa essa que se situa entre as mais altas da Europa no final da década passada³⁸, tendo sido fortemente baseada no financiamento público.

Em relação à despesa em I&D sectorial, e de acordo com o que foi dito no início deste sub-capítulo, se analisarmos o Quadro 3, verificamos rapidamente que Portugal, a par com a Grécia, é o único países da comunidade em que a distribuição do financiamento em I&D é perfeitamente oposta à dos outros países.

País	Estado (percentagem)	Empresas (percentagem)
Alemanha (1990)	34,1	63,3
Bélgica (1990)	27,6	70,4
Dinamarca (1989)	45,5	46,8
Espanha (1989)	46,8	47,8
França (1989)	48,1	43,9
Grécia (1988)	67,9	23,6
Holanda (1989)	41,8	53,5
Reino Unido (1989)	36,9	50,0
Irlanda (1990)	29,1	61,0
Itália (1989)	49,5	46,4
Portugal (1988)	66,1	27,4

Quadro 3 - Financiamento de I&D pelo Estado e pelas Empresas (em %)³⁹.

Para melhor compreender este fenómeno, vamos recorrer a uma análise da evolução da distribuição da despesa em I&D em termos dos seus sectores de execução (Estado; ensino superior; instituições privadas sem fins lucrativos; empresas) nos últimos dez anos (Figura 7). Assim, verifica-se que a despesa em I&D no sector do estado tem vindo a diminuir, em benefício dos restantes sectores.

Como tivemos oportunidade de observar na figura anterior, a diminuição do investimento estatal, levou a que se verifica-se um forte crescimento das actividades de I&D no Ensino Superior e nas Instituições Privadas Sem Fins Lucrativos (IPSFL). As empresas, embora registem uma evolução positiva em termos de valor absoluto, diminuem o seu peso relativo no Sistema Científico e Tecnológico Nacional.

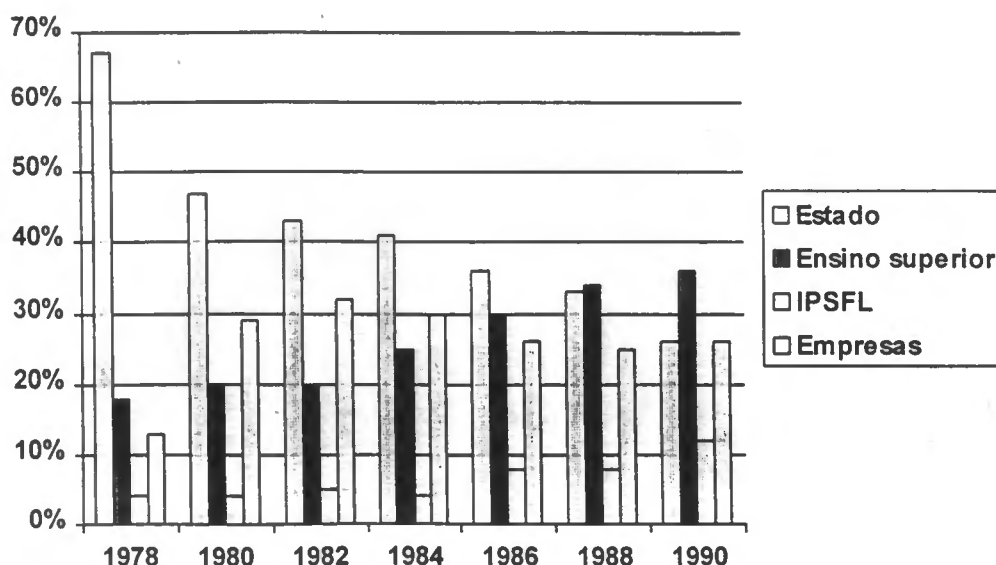


Figura 7 - Evolução das Despesas em I&D, por Sector e em percentagem⁴⁰.

A evolução dos indicadores de despesa em I&D referidos anteriormente, tem associada uma mudança nos números dos recursos humanos, que evidenciam um crescimento total superior a 60% no decorrer da década de 80 (mais precisamente entre 1978 e 1988). Durante este período, e tendo em consideração os vários sectores em estudo, podemos salientar e confirmar o grande aumento nos sectores do Ensino, nas IPSFL e nas empresas. Paralelamente, também se assistiu a um pequeno aumento no sector governamental.

O gráfico da Figura 8 mostra claramente a evolução verificada em relação à distribuição dos recursos humanos afectos à I&D por sector de actividade (estado, ensino superior, IPSFL e empresas). Comparando os anos 1978 e 1988, verificam-se grandes alterações. O estado e as empresas sofrem transformações drásticas, invertendo claramente os seus papeis. Desta forma, o estado deixa de ter o peso que lhe era atribuído, passando as empresas a ocupar lugar de destaque. O ensino superior e as IPSFL também registaram aumentos bastante significativos.

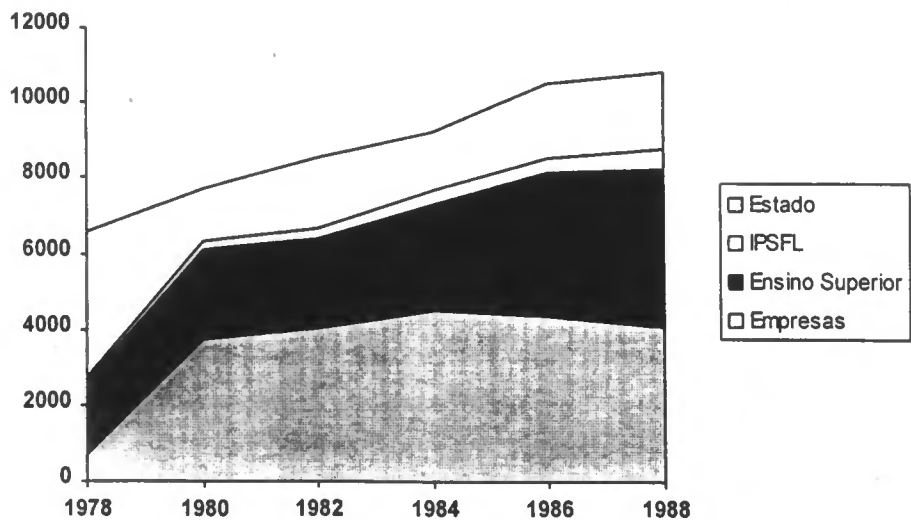


Figura 8 - Comparação da distribuição de Recursos Humanos afectos à I&D por sector (1978/88).

Pode-se também distribuir geograficamente os recursos humanos afectos às actividades científicas e tecnológicas. A Figura 9 mostra de forma inequívoca o grande desfasamento dos valores da Região de Lisboa e Vale do Tejo (RLVT) em relação aos do resto do país. As regiões Norte (com 18%) e Centro (com 11,3%), representam, a seguir à RLVT, os pólos de maior concentração de recursos humanos de I&D. O Alentejo, o Algarve e as ilhas (Açores e Madeira) têm, por razões óbvias, uma representação muito fraca no estudo efectuado.

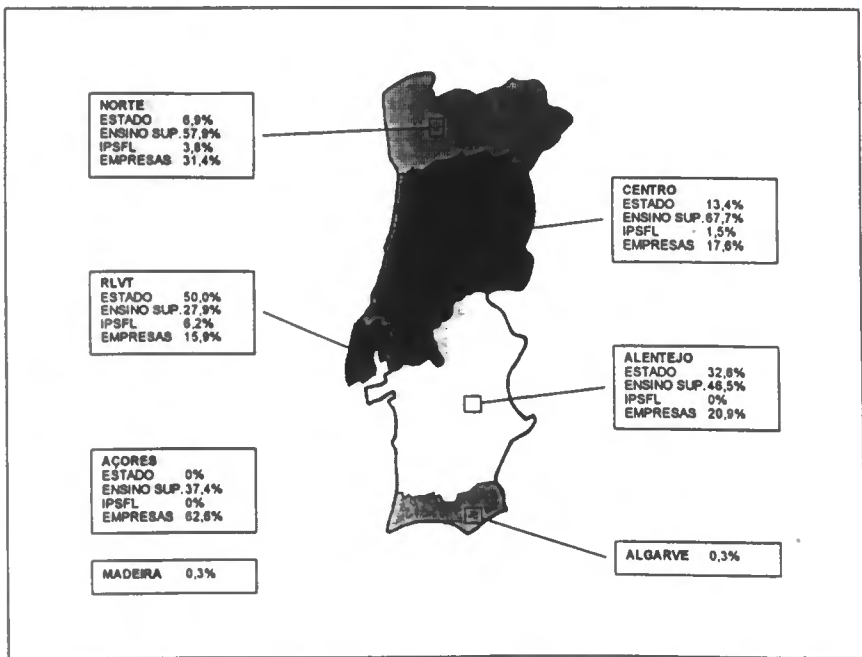


Figura 9 - Distribuição de Recursos Humanos por Região e Sector em 1988 (em % de ETI)⁴¹.

Os quadros e figuras analisados neste subcapítulo, apontam e confirmam claramente os factores atrás mencionados como responsáveis pelo atraso de Portugal em relação à generalidade dos países da Comunidade Europeia. Contudo, nos últimos anos tem-se verificado uma evolução bastante positiva dos indicadores de C&T nacionais, apontando, ainda que timidamente, para uma aproximação dos padrões europeus.

A leitura do “Livro Verde da Inovação”⁴² vem recordar preocupações já mencionadas por diversos autores⁴³ (e que tivemos oportunidade de analisar neste subcapítulo) sobre as questões de inovação na CE e, particularmente em Portugal. Questões como por exemplo, o processo de desenvolvimento e transferência de tecnologia, a circulação da informação, a assistência técnica, a cooperação tecnológica entre empresas, continuam, infelizmente, a ser alvo de preocupação.

Para acompanhar este esforço que vem sendo prosseguido ao longo dos últimos anos, é, contudo, necessário continuar a apostar e preservar a construção de um sistema nacional de inovação. No entanto, e de acordo alguns comentários oportunos no seminário sobre o “Livro Verde da Inovação”⁴⁴, realizado em Lisboa, este “manual de inovação” está longe da realidade nacional portuguesa. Seria talvez oportuno desenvolver um “Livro da Inovação” à “nossa escala”, enquadrado na realidade e dificuldades (de carácter económico, organizacional e social) do nosso país.

“...to be part of a network, and to be able to effectively exploit the information that circulates in the network, has become even more valuable than being able to generate new knowledge autonomously.”

Gambardella⁴⁵

2.4 As Infra-estruturas Tecnológicas

O processo acelerado de desenvolvimento tecnológico e de globalização do comércio e investimento mudou completamente a natureza da competição nos mercados nacionais e internacionais, aumentando a importância das capacidades tecnológicas como fonte de vantagem competitiva. Estas mudanças têm vindo a suscitar novas necessidades e oportunidades para as empresas.

As formas de organização da empresa moderna conduziram a uma alteração dos modelos tradicionais de inovação, até então baseados em mecanismos lineares do tipo *technology-push* ou *demand-pull*. Hoje em dia essa inovação baseia-se num processo interactivo⁴⁶. No entanto, o facto de a tecnologia passar a ocupar um lugar central no quadro da gestão da empresa tem repercussões para além da análise da dinâmica interna da empresa.

A integração do factor tecnológico de forma endógena no processo económico impõe modificações importantes na organização de toda a malha social, situação que se tem vindo a tornar mais evidente desde os anos 80, com o emergir de um novo paradigma tecnológico-económico⁴⁷. Neste contexto, um dos aspectos que tem vindo a ser objecto de crescente atenção é a interacção das empresas com a base de conhecimento existente e com a rede de instituições geradoras de saber.

Promover a inovação e difusão da inovação requer cada vez mais ligações sólidas entre o mundo da ciência e tecnologia, das empresas e do mercado. Para promover este tipo de interacções, os governos de vários países, de entre os quais Portugal, têm vindo a apoiar nos últimos anos a criação e crescimento de infraestruturas de base tecnológica com a capacidade para estabelecer esses elos de ligação.

Embora existam desde o início do século, as infraestruturas tecnológicas têm vindo a ganhar uma força e importância crescentes no quadro do sistema científico e tecnológico. Nos últimos anos temos vindo a assistir à criação e desenvolvimento de várias iniciativas e projectos no âmbito das IT's, de que é exemplo a SEMATECH (*Semiconductor Manufacturing Technology*) fundada em 1987 no estado do Texas, EUA. A criação da SEMATECH surge com a necessidade de resposta por parte dos EUA, à quebra de competitividade da indústria de semicondutores que se viu ultrapassada pela indústria japonesa no que respeita à quota de mercado internacional num curto intervalo de tempo (cerca de 10 anos, desde 1975 quando o mercado japonês não tinha significado internacional). Podemos ainda citar outros exemplos, tais como: o projecto VLSI (*Very Large Scale Integration*) no Japão; e o FhG (*Fraunhofer Gesellschaft*) na Alemanha.

Iniciativas semelhantes com vista à criação de infraestruturas dotadas de meios físicos e humanos têm sido levadas a cabo pelos governos de vários países, com o objectivo de promover o desenvolvimento tecnológico das regiões e dos próprios países através da criação e implementação de redes entre os vários "actores" do sistema científico e tecnológico.

Na Europa, nomeadamente no seio da Comissão Europeia (*European Commission*), estas infraestruturas têm sido enquadradas no contexto mais lato das Organizações de Investigação e Tecnologia (RTO - *Research and Technology Organizations*), englobando para além da I&D contratual, a certificação, a assistência técnica e a formação, a consultoria e a informação⁴⁸.

No entanto, um grande número de autores que se têm dedicado ao estudo e reflexão desta matéria não defende uma explicação rígida, atribuindo a estas organizações uma participação no âmbito do sector público do desenvolvimento tecnológico ou na promoção da ligação das universidades e centros de investigação à indústria, em que desempenham o papel de "pontes de conhecimento" (*Knowledge Bridges*).

O conceito de "ponte de conhecimento", que será o conceito e visão por nós abordado nesta dissertação, nasce da necessidade de estabelecer redes de ligação entre o mundo da ciência e investigação com a indústria e com todos os agentes do sistema científico e tecnológico nacional, e da posição de proximidade que existe entre as IT's e as empresas (Figura 10). As IT's são as infraestruturas por excelência vocacionadas para a criação e implementação dessas redes.

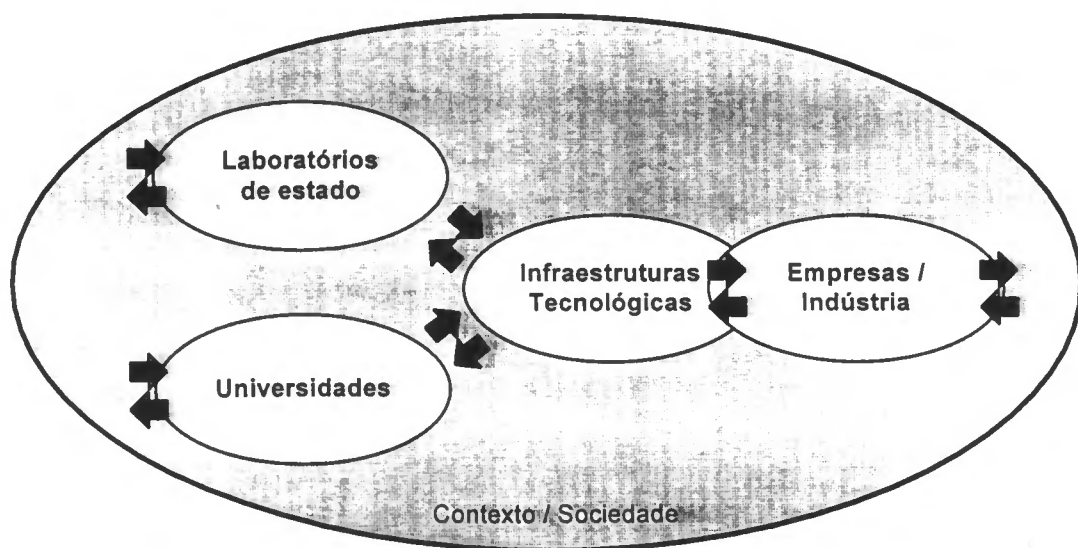


Figura 10 - As IT's no Sistema Científico e Tecnológico Nacional⁴⁹.

De facto, para assegurar a competitividade das empresas e, consequentemente do próprio país, o estado deve assegurar um certo número de medidas em relação às infraestruturas de suporte ao meio industrial, sendo que o exemplo mais óbvio é o dos meios de comunicação e transporte, até aos mais intangíveis, como são os casos do nível de educação da população e de infraestruturas dotadas de meios técnicos e humanos no seio do quadro de investigação e desenvolvimento.

Embora as infraestruturas tecnológicas sejam um fenómeno relativamente recente em Portugal, esperasse que estas venham a desempenhar um papel muito importante no desenvolvimento de sinergias entre os laboratórios públicos, centros de inovação e investigação e organizações industriais. Desta forma, as IT's actuam como “pontes tecnológicas” que, através da promoção da ligação dos vários actores do SCT nacional, apoiam estes no desenvolvimento de competências tecnológicas, contribuindo para a criação e manutenção das suas vantagens competitivas nos mercados nacional e internacional.

2.4.1 O Papel e Caracterização Actual das IT's

As características das Infraestruturas Tecnológicas têm sofrido uma evolução importante ao longo do século sendo fruto das alterações que se têm verificado na própria política científica e tecnológica, quer na Europa, quer no resto do mundo. As mutações que se têm verificado nos últimos anos em torno destas instituições têm motivado cada vez mais a discussão alargada em torno da missão e identidade destas organizações⁵⁰.

Desta forma, têm surgido vários cenários que procuram enquadrar estas instituições no seio das comunidades. Uma terminologia utilizada por vários autores é a de Organizações de I&D Contratual (CRO - *Contract Research Organisation*)⁵¹. A existência de uma Associação Europeia de CRO's, a EACRO, ilustra de algum modo a popularidade que a designação tem vindo a alcançar. Fazem parte desta associação, importantes instituições (já referidas anteriormente) como o Fraunhofer Gesellschaft (FhG) na Alemanha ou o Toegepast Natuur-Wetenschppelijk Onderzoet (TNO) na Holanda. O FhG e o TNO são instituições de I&D contratual e prestação de serviços de assistência técnica à indústria que empregam, cada um, cerca de cinco mil pessoas, tendo um volume de negócios conjunto de aproximadamente 160 milhões de contos⁵².

Na Europa, especialmente no âmbito da Comissão Europeia, estes agentes são igualmente enquadrados no contexto das Organizações de Investigação e Tecnologia (RTOs - *Research and Technology Organizations*), englobando, para além da I&D contratual, a assistência técnica, a certificação, e ainda a formação e a consultoria. Esta classificação tem mesmo constituído a base de uma análise sistemática do comportamento e do papel ao nível do desenvolvimento tecnológico das organizações que se encaixam dentro destas características⁵³.

No entanto, uma parte significativa dos autores que têm dedicado algum estudo e reflexão a estas matérias não defende uma classificação específica para estas organizações, incluindo-as assim no âmbito da participação do Sector Público do desenvolvimento tecnológico, ou conferindo-lhes um papel de interface entre as universidades e a indústria⁵⁴. Este papel de interface ou de *knowledge bridges*⁵⁵ entre as universidades e laboratórios de estado (centros de saber) e a indústria, será a base de desenvolvimento do modelo proposto por esta dissertação.

As várias classificações estão relacionadas com perspectivas de análise, não existindo uma visão sistemática do seu posicionamento no seio do Sistema Científico e Tecnológico e na promoção da competitividade das empresas e dos países.

Para além do sucesso e dimensão que algumas destas iniciativas têm vindo a adquirir a nível internacional (com destaque para o Japão e para os EUA), as questões levantadas sobre o papel do Estado no desenvolvimento tecnológico e na promoção da inovação, têm despertado uma crescente atenção relativamente a este tipo de ligações⁵⁶ e fomentado o aparecimento de modelos de caracterização e enquadramento. Deste modo, e tendo em conta que a abordagem da IT como instituição de interface é a que mais se identifica com o modelo de avaliação proposto por esta dissertação, passamos a analisar e caracterizar este tipo de abordagem, assinalando as suas limitações e esclarecendo a sua lógica específica.

As IT's como Instituições de Interface (*Knowledge Bridges*)

Uma das lógicas de caracterização tradicionalmente associada às IT's é a da instituição de interface entre as universidades e laboratórios de estado (centros de saber) e as empresas. As universidades desempenharam e desempenham um papel de algum relevo nos Sistemas de Inovação. Numa primeira linha de análise, e no âmbito da sua função fundamental, as universidades são fornecedoras de recursos humanos qualificados para as empresas e para a generalidade dos intervenientes do SNI. Se por um lado é conhecido o papel da qualificação dos recursos humanos no desenvolvimento da capacidade tecnológica dos países⁵⁷, também em virtude da sua função de investigação, as universidades são preciosas fontes de saber, com um impacto importante na economia⁵⁸.

Um estudo sobre o peso da investigação universitária para a indústria americana, concluiu que uma décima parte das inovações introduzidas em algumas das indústrias entre 1975 e 1985 não teriam tido lugar ou, teriam ocorrido com um substancial atraso, se não se verificasse a contribuição da investigação universitária. Além destas funções, alguns autores destacam ainda o papel das universidades como agente de mudança cultural, aspecto igualmente importante pelo crescente peso da envolvente social na propensão para a Inovação⁵⁹.

A formulação e categorização desta articulação entre as empresas e as universidades tem inúmeras perspectivas e abordagens, não existindo uma normalização. Segundo Webster⁶⁰, trata-se de solucionar um determinado conjunto de ligações intermédias (incluindo transferência de conhecimento e tecnologia, aspectos de propriedade intelectual, etc.) entre a produção de saber (as universidades) e a utilização desse saber (por parte das empresas).

Como se pode concluir, não existe um consenso no que respeita à relação e interação universidade, IT e empresa. Contudo, persiste com alguma regularidade uma visão que está demasiado dependente do papel da universidade que, apesar de constituir um vector fundamental no seio dos Sistemas Nacionais de Inovação, nem sempre está ligada a estes mecanismos de apoio à indústria.

Referências e Notas do Capítulo 2



- ¹ Caraça, J. M. G., 1993, "Do Saber ao Fazer: Porquê Organizar a Ciência",
- ² Grupo de Lisboa, 1994, "Limites à Competição".
- ³ Caraça, J. M. G., 1993, p67.
- ⁴ Caraça, J. M. G., 1993.
- ⁵ UNESCO, 1979, *An Introduction to Policy Analysis in Science and Technology*, Paris.
- ⁶ OCDE, 1981.
- ⁷ OCDE, 1981, *Manual de Frascati*.
- ⁸ OCDE, 1981.
- ⁹ Caraça, J. M. G., 1993.
- ¹⁰ UNESCO, 1979.
- ¹¹ Caraça, J. M. G., 1993, p71.
- ¹² Caraça, J. M. G., 1993.
- ¹³ Caraça, J. M. G., 1993.
- ¹⁴ Tema abordado no Capítulo 3.
- ¹⁵ Ziman, John, 1984, *An Introduction to Science Studies*, Cambridge, Cambridge University Press.
- ¹⁶ Freeman, 1987; Caraça, 1993.
- ¹⁷ Freeman, Christopher, 1987, *Technology Policy and Economic Performance*, Londres.
- ¹⁸ Caraça, J. M. G., 1993.
- ¹⁹ Caraça, J. M. G., 1996.
- ²⁰ Caraça, J. M. G., 1993, p84.
- ²¹ OCDE, 1991b, p93.
- ²² Caraça, J. M. G., 1993, p81.
- ²³ Kline, S. J., Rosenberg, N., 1986, pp289-290.
- ²⁴ Kline, S. J., Rosenberg, N., 1986.
- ²⁵ Caraça, J. M. G., 1993, p84.

-
- 26 OCDE, 1994c, p80, caixa 20.
- 27 Caraça, J. M. G., 1993.
- 28 Caraça, J. M. G., 1993, “Do Saber ao Fazer: Porquê Organizar a Ciência” (adaptação).
- 29 Caraça, J. M. G., 1993.
- 30 Freeman, C., Perez, C., 1988, *Structural Crises of Adjustment: Business Cycles and Investment Behaviour*, in Disi *et al.*
- 31 Nelson e Winter, 1977.
- 32 Godinho, M. M. e Caraça, J. M. G., 1988.
- 33 Caraça, J. M. G., 1994.
- 34 Caraça, J. M. G., 1993, p124.
- 35 SEFOR/JNICT, 1993.
- 36 Adaptação OCDE, 1992, “Main Science and Technology Indicators, 1992-1” e SEFOR/JNICT, 1990 e 1993.
- 37 Ver Quadro 2 (SEFOR/JNICT, 1993).
- 38 MAPT, 1995, p25.
- 39 OCDE, 1992, “Main Science and Technology Indicators, 1992-1”.
- 40 Adaptação de SEFOR/JNICT, 1993.
- 41 SEFOR/JNICT, 1988.
- 42 Comissão Europeia, 1996, “O Livro Verde sobre a Inovação”.
- 43 Ver por exemplo Caraça, 1993;
- 44 Seminário sobre o “Livro Verde da Inovação”, Março 1996, ISEG - Instituto Superior de Economia e Gestão, Lisboa.
- 45 Gambardella, 1992.
- 46 Ver subcapítulo 2.2.
- 47 Freeman, C., e Perez, C., 1988.
- 48 Conferência *The future of research and Technology Organisations*, Novembro 1993, CEC, Bruxelas.
- 49 Caraça, J. M. G., 1996.
- 50 Weiss e Birnbaum, 1989; Tassey, 1991; Justman e Teubal, 1995.

-
- 51 Consultar Webster, A., 1994.
- 52 EACRO European Technology Directory, 1993.
- 53 CEC, 1993, Conferência "The future of Research and Technology Organizations".
- 54 Ver Webster, A., 1993; Gibson e Rogers, 1994; Godinho, M., 1986, também estuda o assunto com alguma profundidade na sua dissertação de Mestrado.
- 55 A noção de *Knowledge Bridges* encontra-se no subcapítulo 2.5.
- 56 Consultar livro *R&D Collaboration on Trial*. Também existe um conjunto de reflexões promovidas no âmbito da UE e dos vários países sobre esta problemática.
- 57 Caraça, J. M. G., 1993, pp97 e ss.
- 58 Mitchell, 1995. Webster, 1994, refere outros estudos que confirmam esta visão.
- 59 Ver Pettrela, 1990.
- 60 Webster, A., 1994.

Capítulo 3

A Necessidade da Avaliação da Ciência

3. A Necessidade da Avaliação da Ciência

Índice

3.1 Indicadores de Ciência e Tecnologia	43
3.2 Metodologias de Avaliação de C&T	46
3.2.1 Avaliação ex-ante, ad-interim e ex-post.....	48
3.3 Métodos de Avaliação Quantitativos	50
3.4 Métodos de Avaliação Qualitativos	52

"Trying to follow a science policy, to choose objectives and to count the cost of alternative objectives, without such statistics, is equivalent to trying to follow a full employment in the economy without statistics on investment or employment. It is an almost impossible undertaking. The chances of getting rational decision making are very low without such statistics."

C.Freeman¹

3. A Necessidade da Medição da Ciência

Porquê medir a ciência? Qual a importância e origem dos indicadores de Ciência e Tecnologia (C&T)? Há cerca de trinta anos, o tema Indicadores de C&T era de interesse só para alguns "seguidores" de Derek de Solla Price and Chris Freeman². Contudo, à medida que as teorias e metodologias de indicadores de C&T se foram desenvolvendo, os governos e outros organismos de gestão públicos começaram a demonstrar interesse na medição da Ciência e Tecnologia e no uso de análises quantitativas para políticas científicas. A avaliação deve ser integrada no processo de criação e definição das políticas de C&T³.

No Canadá, desenvolveram-se alguns pólos de discussão com o objectivo de determinar os "alvos" da despesa em Investigação e Desenvolvimento (I&D), onde o Lamontagne Commission⁴ defendeu que se devia estabelecer a meta de gastar 2,5% do PIB em I&D. Este tipo de discussão continua actual. Mais recentemente, o *Select Committee on S&T in the House of Lords* na Grã-Bretanha, produziu um relatório⁵ sobre o uso dos indicadores de despesa em I&D, com o objectivo de estabelecer uma política nacional de I&D.

Tais comparações são normalmente usadas em debates políticos. As estatísticas de I&D são também usadas como instrumento de gestão governamental e como indicadores de investimento nacional. Durante os anos 80, a Ciência e Tecnologia sofreu uma deslocação da periferia para uma posição mais central nas políticas governamentais. Segundo Caraça⁶, a década de 80 caracteriza-se pela avaliação da Ciência e Tecnologia.

Os governos, começaram há cerca de 50 anos a considerar o uso da tecnologia como um factor decisivo na competitividade dos estados. A maioria das políticas tecnológicas foram criadas durante a 2ª Guerra Mundial, quando se tornou claro que, ao contrário de qualquer outro conflito passado, a tecnologia e a sua aplicação seriam factores decisivos no desfecho da guerra.

Em Março de 1954, o presidente Eisenhower tomou a decisão de atribuir à *National Science Foundation (NSF)*, fundada em 1950, a responsabilidade de efectuar “estudos intensivos e recomendações no âmbito da investigação científica e respectivos recursos para actividades científicas a nível nacional”⁷.

Posteriormente, a Guerra Fria veio acelerar de forma decisiva processos de criação de políticas científicas e tecnológicas, tanto nos EUA como na Europa e Japão, facto que levou à criação de uma grande diversidade de tecnologias que ainda hoje usamos.

Hoje, os *media* tratam a I&D, em particular no sector empresarial, como um sério tópico de análise, considerando as actividades de I&D das maiores empresas como parte fundamental da sua postura competitiva. Várias revistas, como por exemplo a *Business Week* (EUA), a *Financial Times* (GB) e a *Financial Post* (Canada), publicam regularmente quadros das despesas em I&D por empresa.

A maioria dos países industrializados despendem grandes quantidades de recursos, públicos e privados, para melhorar a sua posição competitiva. O elemento chave neste contexto tem sido a importância dada à inovação e ao investimento em novas tecnologias. Desta forma, existe um considerável interesse político em medir o impacto e contribuição da componente tecnológica na competitividade internacional e crescimento económico.

A ligação entre competitividade e performance tecnológica tem duas vertentes: a competitividade industrial depende, entre outras, das capacidades tecnológicas do país; por outro lado, a performance tecnológica é, em parte, determinada por factores relacionados com a competitividade industrial, tais como cultura de empresa, capacidade de cobertura custos, financiamentos e recursos humanos.

A economia actual considera o conceito de progresso tecnológico como uma consequência natural do crescimento económico e vice versa. Em suma, a tecnologia é *input* e *output* do sistema. Podemos considerar que a tecnologia e a economia funcionam como um ciclo de tipo *push-pull*, em que a tecnologia estimula o crescimento económico e por sua vez a economia fomenta os avanços tecnológicos (figura 11).



Figura 11 - A relação *push-pull* entre Tecnologia e Crescimento Económico.

Outros estudos revelam que a relação tecnologia/economia funciona como um ciclo de *feedback* (retroactivo), em que a mais pequena alteração num determinado nível do ciclo pode perturbar drasticamente toda a performance do sistema. Independentemente do modelo adoptado, os indicadores de base tecnológica são essenciais para a compreensão do sistema económico⁸. O uso e selecção de indicadores de C&T são factores que devem ser ponderados e incluídos em qualquer iniciativa política de C&T.

Hoje, a política tecnológica e a política económica estão intimamente ligadas. A capacidade de aplicar a inovação tecnológica para atingir objectivos económicos (ou objectivos sociais), torna a compreensão da vertente tecnológica uma necessidade absoluta para os políticos e gestores. Também o crescimento das empresas multinacionais e a globalização dos mercados tornam absolutamente fundamental a compreensão das questões científicas e tecnológicas.

Tal como já referimos, os governos estão cada vez mais a considerar de grande importância os indicadores de base científica e tecnológica nas suas análises políticas. Contudo, não são só os governos a despertarem para este facto. Também as empresas, instituições de I&D, universidades e infraestruturas tecnológicas (IT's) têm necessidade de incluir a avaliação da ciência e tecnologia na sua gestão interna.

Assim, várias conferências têm sido promovidas pela OCDE dentro do contexto do binómio tecnologia/economia, com o objectivo de atingir mais e melhores indicadores de inovação e C&T.

Os indicadores de C&T são o reflexo das estatísticas de onde são retirados. Um factor de alguma preocupação quando falamos de indicadores é o facto de estes não incluírem, normalmente, análise de erro. Desta forma, devemos seleccionar um número reduzido de indicadores nucleares que deverão representar os objectivos principais do projecto: elevados números de indicadores levam a maiores dificuldades na sua gestão e podem conduzir a erros desnecessários.

A avaliação deve tornar-se um processo de aprendizagem interactivo (entre as partes envolvidas) em tempo real. Este factor promoverá um ambiente mais positivo à avaliação e encorajará a cooperação entre intervenientes. Sem cooperação será muito difícil a avaliação ser correcta e incisiva nos pontos críticos.

“Indicators provide indirect information on the phenomena or events to which they are applied. An indicator is a measure of one item used to provide information about another, immeasurable item. For example, statistics on the number of scientists and engineers, and on their levels of training, are indicators of the quality and quantity of S&T knowledge available. Expenditure on R&D are indicators of the levels and sites of the indigenous generation of S&T knowledge. Patent statistics are indicators of the intensity, direction and location of inventive activity.”

H.Stead⁹

3.1 Indicadores de Ciência e Tecnologia

Em relação às actividades científicas e tecnológicas, existe uma certa dificuldade em relacionar os *inputs* com os *outputs* económicos de C&T. É difícil atribuir valores numéricos aos *outputs* de C&T porque o “valor” do produto final é o resultado da combinação de vários *inputs*, de entre os quais um é a investigação.

Ciência, tecnologia e inovação são conceitos abstractos que não podem ser medidos nem quantificados directamente¹⁰. Quando se pretende avaliar conceitos deste tipo, não nos podemos servir directamente de ferramentas e métodos puramente matemáticos. O “avaliador” de C&T terá que medir indirectamente o que não se consegue medir directamente. Os indicadores não são instrumentos perfeitos de medida, constituem (antes) uma aproximação da realidade. Este facto obriga o “avaliador” a recorrer a vários tipos de indicadores e, em alguns casos, a utilizar algoritmos para correcção de erros, para analisar os pontos comuns e tendências, verificando a sua consistência¹¹. Assim, podemos argumentar que se reunirmos um conjunto de indicadores em que cada um descreva de forma parcial um determinado fenómeno, conduzindo a uma determinada conclusão, então essa conclusão pode ser tomada como válida.

Alguns indicadores de C&T são expressos por rácios do tipo: numerador que representa por exemplo o valor da despesa em I&D ou o número de investigadores; e denominador que é geralmente constituído por um valor como o PIB (Produto Interno Bruto) ou a população¹². Este tipo de indicadores são utilizados normalmente numa perspectiva nacional/internacional (“macro”).

Outros métodos mais simplistas de avaliação de C&T limitam-se a medir os recursos humanos e financeiros despendidos no processo. Estes métodos têm a grande desvantagem de não reflectir a qualidade do trabalho, nem permitir comparações de carácter qualitativo entre diferentes entidades. Consequentemente, torna-se necessário desenvolver diferentes modelos de indicadores com a capacidade de medir e avaliar, não só o nível quantitativo, mas também o nível qualitativo.

Até aqui temos vindo a referir políticas de avaliação, planeamento e indicadores num cenário essencialmente “macro”, isto é, numa perspectiva nacional/internacional. A avaliação de actividades e projectos empresariais/industriais, ao qual, neste contexto, podemos chamar cenário “micro”, serão o tema central proposto por este trabalho e serão posteriormente analisados mais exaustivamente neste capítulo e no capítulo 4, onde iremos particularizar a questão da avaliação às Infraestruturas Tecnológicas (IT's).

A avaliação deve seleccionar um número reduzido de indicadores centrais que deverão representar e reflectir os objectivos do projecto ou actividade. Quanto maior for o número de indicadores, mais difícil se torna a gestão dos mesmos e consequentemente geram-se resultados enganadores. Não existe uma regra que defina o número de indicadores aconselhável, mas o bom senso leva-nos a concluir que devem ser os necessários para cobrir toda informação básica de que os responsáveis pela avaliação necessitam.

Podemos dividir os indicadores nas seguintes categorias, devendo estas ser representadas na fase final de selecção de indicadores¹³:

- **Indicadores de *input* (entrada)** - que se referem à utilização dos recursos, à gestão de fundos e à utilização e implementação de recursos;
- **Indicadores de *output* (saída)** - que se referem à produção de resultados. Avaliam os *outputs* de investimento;
- **Indicadores de impacto** - que se referem à utilização de dos resultados. Avaliam os melhoramentos económicos e industriais resultantes da utilização das capacidades de I&D desenvolvidas.
- **Indicadores de Benefício** - que analisam e avaliam a utilidade dos resultados (*outputs*).

Os indicadores verificam e controlam as medidas que aumentam a credibilidade dos relatórios dos projectos e, consequentemente o seu impacto nas políticas de C&T¹⁴. Chabbal propõe mesmo a criação de um sistema de indicadores de C&T europeu.

A implementação de uma rede de indicadores deverá promover soluções e métodos para a resolução de problemas com vista à criação de um sistema de indicadores útil e válido para a avaliação de programas de I&D¹⁵. Contudo, pensamos ser importante a criação outras iniciativas do género, com o risco de este sistema se tornar a única fonte de informação para a avaliação.



3.2 Metodologias de Avaliação de Ciência e Tecnologia

Na maioria dos países e organizações (nacionais e internacionais) a avaliação é considerada como parte integrante nas políticas de desenvolvimento científico e tecnológico. Desta forma, a avaliação representa também um forte contributo nos planos de desenvolvimento social e económico de qualquer país.

Desde os anos 40 que as empresas/organizações usam modelos quantitativos de gestão, *marketing*, engenharia e produção. Embora muito utilizados nestas áreas, estes modelos ainda não foram totalmente aceites na gestão de C&T. Estudos efectuados, revelam que dos modelos quantitativos e qualitativos de avaliação e selecção de projectos científicos, nenhum foi projectado especificamente para a gestão de Ciência e Tecnologia.

Os gestores têm vindo a aperceber-se que tecnologia e estratégia são inseparáveis. A explicação reside no facto da gestão da tecnologia se ter vindo a afirmar cada vez mais como factor de sucesso competitivo da empresa. Só recentemente se verifica um esforço na tentativa de descrever de modo sistemático os seus diferentes aspectos.

Os governos e organismos competentes da maioria dos países industrializados estão atentos e preocupados em implementar programas que estimulem a inovação, porque estes programas são considerados essenciais na manutenção da “saúde” económica do país. Assim, cada vez mais países estão a implementar e aplicar estratégias de avaliação em novos programas para obter mais informação acerca de como as medidas políticas contribuem para a capacidade de inovação do país.

A recolha e análise de dados com o objectivo de identificar os pontos fortes e fracos de um determinado programa ou projecto são actividades que estão a decorrer na maioria dos países e organizações. Publicações como por exemplo a *Science and Engineering Indicators* (publicada de dois em dois anos pela *U.S. National Science Foundation*) são material estatístico de base fundamental para qualquer estrutura de avaliação.

A avaliação, é um instrumento de gestão que permite, não só controlar e decidir sobre a implementação de projectos ou programas, mas também actua como ferramenta de auxílio ao planeamento estratégico. Torna-se fundamental que os governos e as autoridades competentes envolvidas no desenvolvimento de C&T compreendam a necessidade e importância que as actividades de avaliação detêm nas sociedades modernas.

Espera-se que os métodos de avaliação de projectos e programas sejam capazes de ultrapassar as limitações das análises habituais de custo-benefício que têm sido usadas com sucesso na avaliação de medidas de desenvolvimento de curto prazo que influenciam directamente os lucros da empresa, o que não parece a abordagem adequada para medir o impacto de programas ou projectos orientados para a criação de novos conhecimentos que eventualmente poderão vir a tornar-se a base da inovação industrial.

Até aqui temos vindo a falar de metodologias de avaliação numa perspectiva governamental, empresarial e organizacional. Em relação às infraestruturas tecnológicas, que são a base de análise desta dissertação, embora não exista muita bibliografia nem muita experiência nesta área, pretendemos basear o nosso estudo em factos e experiências existentes e adaptá-las às necessidades e particularidades das IT's.

3.2.1 A Avaliação por fase de Desenvolvimento de Actividade/Projecto

A avaliação tem, em primeiro lugar, que ser credível para o mundo exterior à empresa ou entidade. Neste sentido, têm sido desenvolvidas algumas técnicas e procedimentos que incluem e combinam métodos *ex-ante* (pré-projecto) e *ex-post* (pós-project). No *U.S. Office of Technology Assessment*, os projectos ou propostas principais têm que ser pré-aprovados pelo *Technology Assessment Board* que também tem a capacidade de rever os relatórios finais antes destes serem anunciados. Na Alemanha, o *Scientific Commission* em conjunto com o *Administrative Commission* e o *General Assembly of the Science Council*, tem que aprovar (sendo necessária uma maioria de 2/3) os relatórios de avaliação de projectos antes que estes possam ser lançados definitivamente. Em relação às políticas de avaliação de projectos de I&D em França, o *Comité National d'Evaluation de la Recherche* desempenha um papel semelhante aos anteriormente mencionados.

De acordo com a maioria dos autores a avaliação deve estar presente em todas as fases de desenvolvimento da actividade ou projecto. Passamos agora a explicar mais pormenorizadamente cada um dos métodos de avaliação propostos anteriormente para que possamos distinguir e caracterizar cada um deles:

- **Avaliação ex-ante**

Esta primeira abordagem tem como objectivo principal avaliar a viabilidade e prioridade dos projectos/actividades antes do seu arranque. A avaliação *ex-ante* pretende também clarificar e identificar os objectivos do programa ou projecto¹⁶.

- **Avaliação ad interim**

A avaliação *ad interim* realiza-se durante a execução do projecto/actividade e tem como objectivo avaliar a performance. Esta metodologia tem duas vertentes:

- ♦ A avaliação intermédia que fornece informação acerca da evolução do projecto e caracteriza-se por ser uma actividade pontual;
- ♦ A avaliação contínua que ajuda directamente os gestores e responsáveis pelo projecto. Em relação à performance do projecto, este tipo de abordagem continuada pode e deve resultar numa melhor gestão de recursos e alcance de objectivos¹⁷.



Desta forma, podemos concluir que a avaliação *ad interim* é uma ferramenta útil para o desenvolvimento das actividades/projectos, bem como para a interacção e informação dos recursos humanos envolvidos.

- **Avaliação *ex-post***

A avaliação *ex-post* tem como principal objectivo analisar a relevância, eficácia e impacto do projecto após a sua conclusão. Com este tipo de abordagem, podem-se retirar importantes contributos e conclusões para a identificação, *design* e implementação de novos programas ou projectos. Esta análise está, naturalmente, dependente do tempo de implementação do projecto.

A utilização de uma metodologia *ex-ante*, *ex-post* e *ad interim*, permite avaliar todas as fases do projecto ou actividade. Se a esta metodologia aliarmos a combinação de uma abordagem qualitativa com métodos quantitativos¹⁸, teremos um modelo de avaliação que, não só terá a capacidade de avaliar as várias fases da actividade, mas que também possibilitará analisar a mesma actividade numa perspectiva quantitativa e qualitativa.

“(…) de nouveaux efforts s’imposent pour renforcer les aspects quantitatifs des évaluations, notamment en ce qui concerne les indicateurs de production de la recherche.”

Contzen¹⁹

3.2.2 Métodos de Avaliação Quantitativos

Cada vez mais, os gestores de C&T e investigadores usam técnicas e métodos quantitativos para avaliar actividades e projectos. Na verdade, este novo “campo” de trabalho (na área da Ciência e Tecnologia) está a florescer, como resultado de dois factores fundamentais: a procura da política e gestão de C&T e o “empurrão” dos estudos científicos efectuados com o uso de técnicas estatísticas e gestão de dados (relação do tipo *push-pull*).

Assim, a avaliação quantitativa representa uma área de investigação da utilização de métodos e modelos matemáticos, estatísticos e de análise de dados, que têm como objectivo juntar, gerir, interpretar e prever um determinado número de factores dentro das empresas e instituições, factores esses de carácter científico e tecnológico, tais como a performance, desenvolvimento e dinâmica. Novas metodologias e ferramentas têm vindo a abrir novos caminhos para gerir e medir estas capacidades científicas e tecnológicas.

Os estudos quantitativos científicos e tecnológicos têm, não só uma forte componente de investigação aplicada, mas também possuem características de investigação básica. No que respeita à investigação aplicada, a procura da política de C&T em relação a dados e manipulação dos mesmos (indicadores de C&T) está continuamente a “puxar” recursos para o desenvolvimento de estudos quantitativos de carácter científico e tecnológico. Do lado da investigação básica, dado que a ciência e tecnologia constituem um sistema complexo de produção e trocas de conhecimento, o uso de métodos empíricos, nos quais a recolha e tratamento de dados representam um papel fundamental, é, sem dúvida alguma, um pré-requisito para a evolução dos métodos de avaliação quantitativos.

Existe uma vasta bibliografia e várias técnicas quantitativas utilizadas para a avaliação de projectos de I&D. Destas técnicas, talvez seja importante referir algumas das mais utilizadas e que consideramos serem as mais relevantes²⁰.

- As **Teorias dos Métodos de Decisão** caracterizam-se por técnicas que utilizam sistemas de pontuação, critérios múltiplos e singulares e outros modelos do tipo *expected value*. A base dos métodos de decisão do tipo *scoring* (pontuação) consiste essencialmente numa lista de factores condicionantes que devem ser levados em conta na selecção ou avaliação de projectos. Estes modelos de decisão são

relativamente fáceis de implementar e são normalmente usados na avaliação *ex-ante*.

- Os **Métodos de Análise Económica** baseiam-se em análises de custo-benefício, custo-eficácia, *cash flow* e de cálculo de impacto financeiro e económico interno de projectos ou programas. Estes métodos requerem uma análise mais detalhada dos recursos e custos aplicados do que as técnicas de modelos de decisão.
- Os **Métodos de Análise de Sistemas e Investigação Operacional** caracterizam-se por uma programação matemática, *input-output* e modelos heurísticos e estatísticos. Estas técnicas são de elevado grau quantitativo e de difícil recolha de indicadores (em especial na área de I&D) e aplicação.

Os métodos de análise quantitativos melhoram certamente a qualidade da avaliação, bem como os custos a esta associados²¹. Cada vez mais empresas e outras instituições dedicam uma maior atenção ao desenvolvimento das técnicas quantitativas, indicadores e rácios.

Os métodos quantitativos aplicados à avaliação das actividades de C&T têm conhecido grandes e rápidos avanços. Todos concordamos que eles são fundamentais para a avaliação de projectos e programas. Mas serão suficientemente fortes, por si só? Pensamos que a conjugação destes métodos com outros de tipo qualitativo tornam a avaliação mais credível e válida, quer para os órgãos responsáveis pela avaliação quer para o exterior.

3.2.3 Métodos de Avaliação Qualitativos

Tal como os métodos quantitativos, os métodos de avaliação qualitativos são também de grande importância e normalmente mais fáceis de aplicar, especialmente nas fases iniciais do da actividade ou projecto.

Desta forma, é desde já importante distinguir dois tipos de métodos qualitativos de avaliação²²:

⇒ métodos não participativos - estes métodos não participativos consistem, essencialmente, em três formas de recolha de dados: entrevistas; a observação directa dos factos; a observação também directa de documentos escritos, incluindo questionários e registos de programas ou projectos. Os dados obtidos através das entrevistas consistem em citações dos entrevistados sobre as suas experiências, opiniões, sentimentos e conhecimentos. Em relação aos dados das observações, estes consistem em descrições detalhadas dos programas ou projectos, comportamento dos participantes e uma grande parte das interações humanas que estejam relacionadas com o projecto. A análise de documentos abrange citações, passagens, relatórios e questionários.

⇒ métodos participativos - os métodos participativos baseiam-se na participação directa do avaliador no projecto. O “avaliador” efectua observações participativas, participa em casos de estudo, relatórios e grupos de discussão entre os participantes. Desta forma, parece-nos óbvio que a conjugação dos métodos não participativos com o contacto e envolvimento do “avaliador” no projecto leva a uma natural melhoria na avaliação²³.

Os dados qualitativos começam por ser informação descritiva sobre projectos e pessoas afectas a esses projectos. O “avaliador” faz uma visita para efectuar as primeiras observações das actividades envolvidas no projecto, sendo, muitas vezes, levado a interagir pessoalmente nessas actividades como observador/participante. O “avaliador” fala com os participantes e pessoal ligado ao projecto acerca das suas experiências e percepções. Os dados que resultam desta recolha são posteriormente organizados por temas e categorias.

Como se percebe facilmente, a validade e veracidade dos dados qualitativos depende grandemente da capacidade, sensibilidade e formação do “avaliador”. A observação sistemática e rigorosa envolve muito mais do que o facto de se estar presente: a abordagem da entrevista não é só fazer perguntas e a análise da documentação requer mais do que a simples leitura. Para gerar indicadores credíveis que possam ser de grande utilidade para a

empresa ou instituição é necessário disciplina, conhecimento, formação, prática e trabalho²⁴.

A avaliação qualitativa pode ser apresentada isoladamente ou combinada com métodos quantitativos. Estudos recentes revelam o aumento do uso de métodos que incluem combinações de indicadores qualitativos e quantitativos. Este facto não nos surpreende e revela que, independentemente de qualquer um dos métodos ser fundamental para a avaliação de programas e projectos, quando utilizados individualmente não garantem por si só uma análise válida, coerente e credível. Pode-se afirmar que a utilização de métodos qualitativos vem acrescentar profundidade, detalhe e significado aos estudos quantitativos.

Referências e Notas do Capítulo 3

- ¹ Freemam, C., 1968, "Science and Economy at the National Level", *Problems of Science Policy* (OCDE, Paris), p58.
- ² D.J.de Solla Price (1969), *Measuring the Size of Science*, Academia de Ciência e Humanismo de Israel, vol4.
- ³ Boggio, G., Gallimore, R., 1982, Conferência de Bruxelas sobre a Avaliação de I&D.
- ⁴ Senador M.Lamontagne, P.C. (Presidente) (1970), *A Science Policy for Canada*, Relatório do Comité de Política Científica do Senado (Governo do Canada, Ottawa) vol 3.
- ⁵ *Select Committee on S&T, Third Report, 1989/90* House of Lords (Londres, 1990).
- ⁶ Caraça, J. (1993, pág. 112).
- ⁷ National Science Foundation, *Methodological Aspects of Statistics on Research and Development Costs and Manpower* (NSF, 1959).
- ⁸ Holdbrook, J. A. D., 1992.
- ⁹ Stead, H., 1985, *Science and Technology Indicators in Canada and the United States of America*, Statistics Canada, Ottawa.
- ¹⁰ Holdbrook, J. A. D., 1992.
- ¹¹ Este conceito é descrito por J. A. D. Holdbrook na *Science and Public Policy*, Outubro 1992.
- ¹² Holdbrook, J. A. D., 1991, "Scale effect on R&D expenditures", *Science and Public Policy*, 18(2), p259-262. Ver também Padzerka, B., Junho 1992, *paper* apresentado na *Canadian Economics Association* em Charlotteton, Canada.
- ¹³ Consultar Higgins, T., "Evaluation Methodologies for Structural Support Programmes for R&D", *Proceedings of the International Workshop*, Maio 1991, Universidade do Minho, Portugal. Ver também dissertação de Mestrado de Conceição, P. F., Outubro 1995, "O Financiamento das Universidades Públicas: Aplicação ao Ensino de Engenharia, Ciência e Tecnologia".
- ¹⁴ Chabbal et al., 1987.
- ¹⁵ Chabbal et al., 1987.
- ¹⁶ Boggio, C., 1983, p145.
- ¹⁷ Este tipo de avaliação verifica-se no programa CEC ERASMUS. Também no EURO INFO CENTRE (DG 23) se utiliza este tipo de avaliação.
- ¹⁸ Ver subcapítulos seguintes (3.2.2 e 3.2.3).
- ¹⁹ Contzen, et al., 1982, p32.

²⁰ Higgins, T., 1991.

²¹ Higgins, T., 1991.

²² CEC, 1991, *Evaluation of Research and Development: Current practice and Guidelines*.

²³ Consultar Miles e Huberman, "Qualitative data analysis: A source book of new methods".

²⁴ Higgins, T., 1991.

Capítulo 4

Modelo de Avaliação para as IT's

4. Modelo de Avaliação para as IT's

Índice

4.1 Outros Modelos e Metodologias de Avaliação 59

4.2 Modelo de Funcionamento Proposto para as IT's 62

4.3 As Actividades das IT's..... 65

4.4 Desenvolvimento do Sistema de Indicadores 70

 4.4.1 Indicadores de Entrada (input)..... 73

 4.4.2 Indicadores Internos de Actividade 75

 4.4.3 Indicadores de Saída (output)..... 78

 4.4.4 Indicadores de Impacto..... 81

 4.4.5 Quadro geral de Indcadores 84

Referências e Notas do Capítulo 4 86



"Managing Research and Technology Organizations (RTO's) in a continuously evolving environment requires appropriate management techniques. (...) criteria that are closely linked to the RTO's strategy allow an RTO to measure its current performance in light of future success."

Schotte, J.¹

4. Modelo de Avaliação para as IT's

Como já tivemos oportunidade de referir², o objectivo desta dissertação é o de tentar criar uma metodologia que permita medir as actividades das infraestruturas tecnológicas, ligada a um sistema de indicadores que promova a avaliação, caracterização e valorização das infraestruturas e das actividades por elas desenvolvidas.

Para tal, e ao longo deste capítulo, propomo-nos construir um sistema de indicadores ajustado à realidade e às necessidades das IT's³ que permita a construção de um modelo de avaliação das actividades por elas desenvolvidas. Pretende-se possibilitar a geração de mais e melhor informação relativamente às actividades e às próprias IT's, bem como ao seu enquadramento face aos mercados, às empresas/indústrias, às universidades, ao estado e à sociedade em geral.

Partindo do modelo geral de construção de indicadores⁴, e passando pelo desenvolvimento de um modelo de funcionamento da IT, finalmente, poder-se-à desenvolver o sistema de indicadores de avaliação das IT's. O sistema de indicadores será desenvolvido de acordo com um modelo de funcionamento das IT's.

Contudo, e antes de passarmos ao desenvolvimento do modelo de avaliação para as infraestruturas tecnológicas, será pertinente fazer algumas referências e comentários a duas metodologias de avaliação largamente utilizadas: o *Balance Scorecard* e o *Tableau de Bord* (o primeiro a nível internacional e o segundo a nível nacional). Posteriormente, iremos enquadrar algumas metodologias de avaliação com a realidade e necessidades das Infraestruturas Tecnológicas⁵.

4.1 Outros Modelos e Metodologias de Avaliação

Vamos agora debruçar-nos sobre os dois modelos de avaliação referidos anteriormente, desenvolvidos por entidades nacionais e internacionais. Neste sentido, passamos a apresentar os dois modelos, que nos parecem constituir bons exemplos do que até aqui tem sido feito na área da avaliação das infraestruturas tecnológicas.

O Balance Scorecard

O *Balance Scorecard* é um conceito introduzido por Kaplan e Norton⁶ e fornece um modelo estruturado para agrupar indicadores de performance, por forma a fornecer à gestão uma rápida e intensiva visão do negócio. Tal como já tivemos oportunidade de referir, analisar uma organização somente do ponto de vista financeiro, para além de poder acarretar problemas futuros, só permite à gestão analisar os resultados e a performance já passados.

Segundo Kaplan e Norton⁷, o *Balance Scorecard* divide-se em duas etapas fundamentais. A primeira, refere-se à tradução da missão da organização em factores críticos de sucesso⁸ (CSF's), factores esses que descrevem um determinado número de áreas consideradas pela instituição como cruciais. Na segunda, definem-se indicadores de performance⁹ (KPI's) que permitem medir e avaliar os CSF's.

O *Balance Scorecard* é composto de quatro pontos de vista diferentes¹⁰ (Figura 12):

1. Perspectiva financeira - perspectiva mais tradicional e largamente utilizada. Os relatórios financeiros envolvem temas como lucro, *cash flow*, vendas, investimento, entre outros. Esta medida fornece indicações acerca do valor e da evolução financeira da infraestrutura tecnológica;
2. Perspectiva do cliente - permite compreender a forma como a organização é vista pelos seus clientes (actuais e potenciais);
3. Perspectiva interna - permite analisar os pontos fortes onde a instituição poderá levar vantagem sobre os concorrentes;
4. Perspectiva de inovação/aprendizagem - permite analisar as possibilidades de continuar a melhorar e a criar valor.

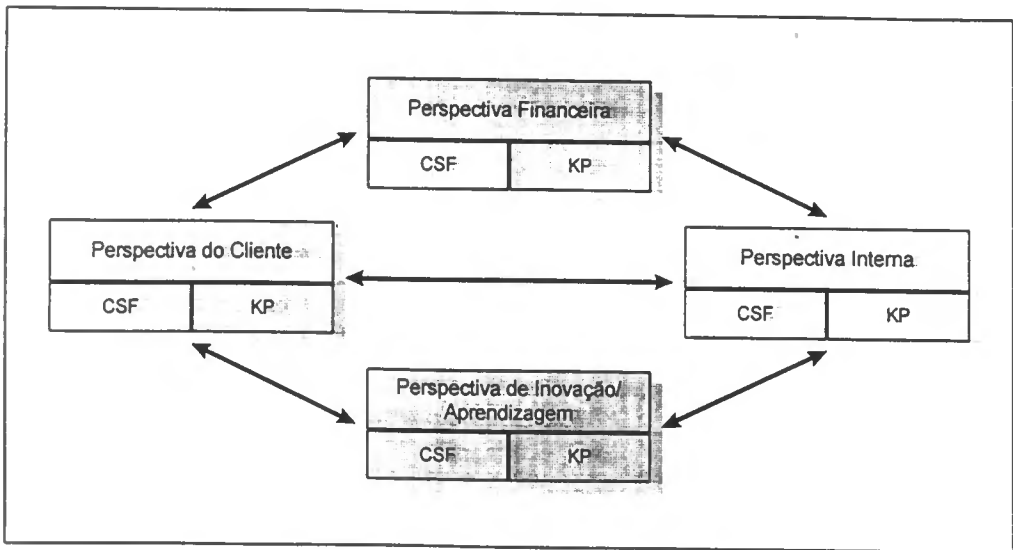


Figura 12 - Interação quatro perspectivas do Balance Scorecard¹¹.

Como se pode verificar, existem interações entre as quatro dimensões. A perspectiva do cliente (visão externa) influencia directamente a organização nas áreas de análise interna (perspectiva interna). A combinação das duas perspectivas determina os resultados financeiros. Por exemplo, o acompanhamento das exigências do cliente leva a instituição a estabelecer normas e processos de qualidade e eficiência interna que, por sua vez, vão determinar os resultados financeiros. Finalmente, a perspectiva de inovação/aprendizagem relaciona-se com a performance futura da organização.

A principal característica do *Balance Scorecard* é o facto de permitir uma visão global e exhaustiva da organização¹² (no nosso caso particular, da infraestrutura tecnológica). O *Balance Scorecard* poderá ser o ponto de partida para a identificação de pontos fracos e para a definição de estratégias de reacção. A forma como a informação está estruturada e circula internamente, contribui fortemente para uma melhor percepção dos impactos que poderão resultar de uma determinada acção. Os utilizadores desta ferramenta, ao considerarem estas quatro dimensões na implementação de actividades ou acções, estão, desta forma, a otimizar o processo¹³.

O Tableau de Bord

Ainda dentro do contexto da avaliação das IT's, uma das medidas governamentais (no plano nacional português) mais recentes e com vista à regularização da gestão das infraestruturas tecnológicas é a adopção do Tableau de Bord¹⁴, ferramenta que obriga as IT's a ter uma determinada organização interna (subdivisão por unidades tecnológicas¹⁵) de forma a poderem responder periodicamente aos questionários de avaliação das suas actividades e da sua gestão interna.

Esta ferramenta consiste fundamentalmente na caracterização da infraestrutura tecnológica, tendo como base indicadores de carácter fundamentalmente financeiros. O Tableau de Bord baseia-se nos conceitos de infraestrutura tecnológica¹⁶ (Figura 13). Desta forma, a IT encontra-se dividida em Unidades Tecnológicas (UT's), actividades e projectos/obras.

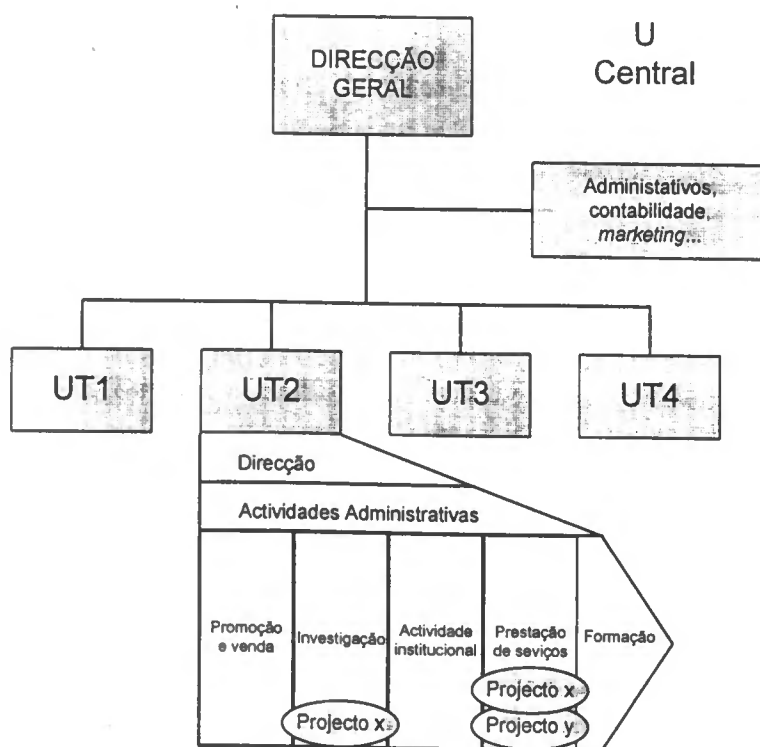


Figura 13 - O Tableau de Bord e a Organização da IT¹⁷.

No âmbito de cada UT podem ser desempenhadas um conjunto de actividades de natureza diferente, como por exemplo a promoção e prestação dos seus serviços, a I&D, a prestação de actividades institucionais, entre outros. Em relação aos projectos, estes constituem a mais pequena sub-actividade de uma UT.

Estas metodologias de avaliação, constituem óptimos exemplos do que se faz actualmente no âmbito da avaliação de actividades das infraestruturas tecnológicas. Contudo, e em especial no Tableau de Bord, é visível a grande preocupação na análise financeira, deixando um pouco à margem as questões de ciência e tecnologia.

4.2 Modelo de Funcionamento Proposto para as IT's

Neste subcapítulo pretende criar-se um modelo de funcionamento das infraestruturas tecnológicas que será posteriormente ligado a um sistema de indicadores que possibilite uma melhor caracterização e medição das actividades das IT's em termos de lógica de funcionamento, comportamento e desempenho, entre outras.

De acordo com Scheerens¹⁸, os modelos assentam geralmente numa diferenciação entre entradas, processos e saídas do sistema em análise, do impacto com o exterior e também do contexto em que se insere o próprio sistema. Neste sentido, começamos por analisar um modelo geral de referência para a construção de um sistema de indicadores a partir de Caraça¹⁹, para seguidamente partirmos para uma abordagem mais profunda, aplicando este modelo ao caso particular das infraestruturas tecnológicas.

Dentro das IT's iremos fazer um estudo do tipo *top-down*, isto é, numa primeira fase, começaremos por analisar a IT como um bloco que interage com o meio que a rodeia através de fluxos de e para o exterior. Numa fase posterior, vamos “mergulhar” na IT para estudar as suas forças e fluxos internos que, naturalmente, condicionam também o seu comportamento exterior.

Para melhor podermos compreender e construir o nosso modelo de funcionamento das IT's, apresentamos na Figura 14 o quadro geral de referência para a construção de um sistema de indicadores aplicado às Infraestruturas Tecnológicas²⁰.

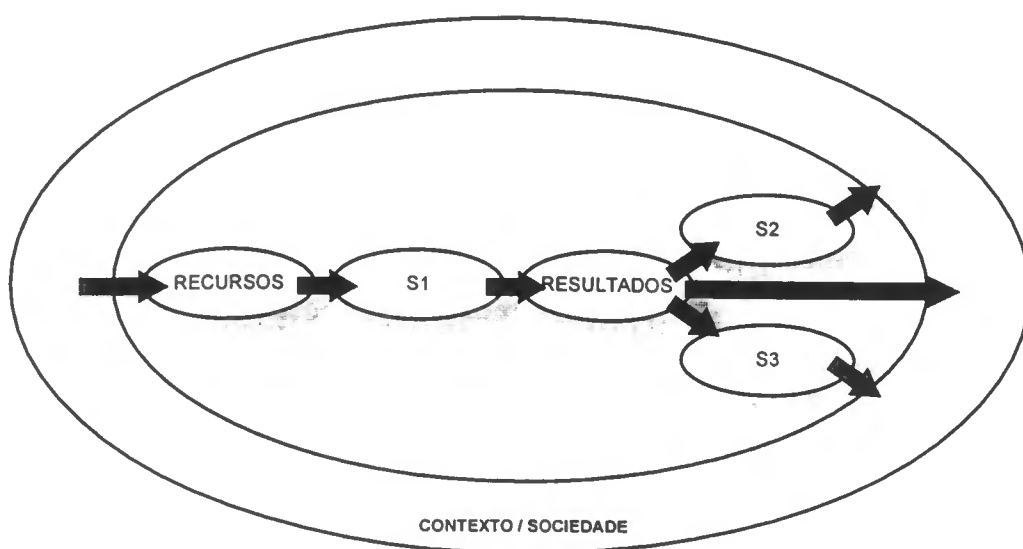


Figura 14 - Modelo Geral de Referência para a Construção de Indicadores²¹.

Esta figura contém vários sistemas, sendo o Sistema 1 o objecto do nosso estudo. Podemos facilmente distinguir os recursos utilizados pelo sistema, os resultados produzidos associados, bem como a influência do sistema central noutros sistemas (Sistemas 2 e 3) e no meio envolvente e deste, no próprio sistema. Entendemos por meio envolvente todas as outras instituições, incluindo o estado e a própria sociedade, que interagem, directa ou indirectamente, com o sistema proposto²².

O funcionamento do modelo apresentado é relativamente simples. Aplicando o quadro geral da Figura 14 à realidade das infraestruturas tecnológicas, podemos resumir a sua operação a uma série de recursos que são absorvidos e transformados pela IT, de forma a produzir determinados resultados que, por sua vez, irão produzir um impacto noutros sistemas e no meio envolvente.

Desta forma, aplicando o modelo geral ao caso particular das infraestruturas tecnológicas (Figura 15), a IT passa a ser o objecto de modelação (Sistema 1) de modo a que possamos analisar os recursos, resultados e influência (de e para o exterior) a ela associados. Os sistemas 2 e 3 serão ocupados pela empresa e pela universidade, respectivamente. O facto de atribuir os Sistemas 2 e 3 à empresa e à universidade tem a ver essencialmente com o papel desempenhado pelas infraestruturas tecnológicas no contexto português.

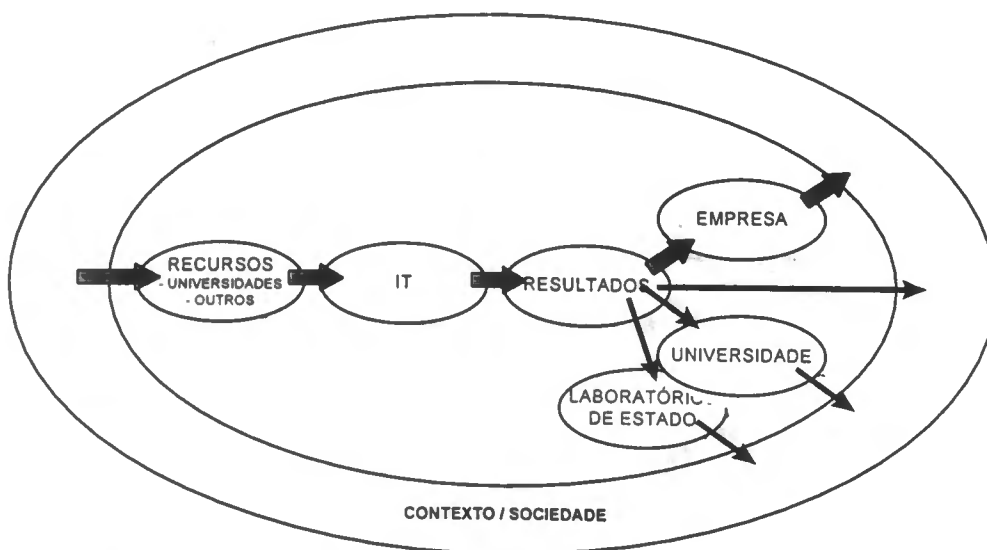


Figura 15 - Modelo Geral de Referência para a Construção de Indicadores
Adaptado à Realidade das IT's²³.

A atribuição deve-se também à própria definição de IT²⁴, pois como sabemos as infraestruturas tecnológicas caracterizam-se essencialmente pelo seu desempenho/missão no apoio às empresas para o desenvolvimento de novas tecnologias e capacidades no seu seio. As IT's desempenham um papel importante na promoção da competitividade das PME's, bem como estimula o aumento do grau tecnológico e de inovação, quer ao nível do processo, quer ao nível do produto²⁵.

Há ainda a considerar neste sistema, as universidades e os laboratórios de estado (centros de saber²⁶) que interagem com as IT's sendo o seu objectivo produzir conhecimento científico de carácter geral, através da sua função de investigação. Esta relação possibilita à universidade, não só a colocação dos seus investigadores e alunos em empresas, mas também um melhor conhecimento do mercado e das necessidades das empresas. Desta forma, as universidades podem ser consideradas fornecedoras de conhecimento científico puro, a ser trabalhado na IT no sentido de assegurar uma efectiva transferência de competências para as empresas. Paralelamente, a relação directa das infraestruturas tecnológicas com as empresas, permite às universidades ter conhecimento da realidade empresarial.

Ainda em relação às universidades, podemos concluir que representam uma fonte de conhecimento fundamental para o bom desempenho do sistema em análise²⁷. Esta é também uma característica típica do sistema científico e tecnológico (SCT) nacional²⁸. Os fluxos são distribuídos através de recursos que são absorvidos pela IT, sendo os resultados transferidos desta para as empresas, para as universidades e para o meio envolvente.

O estado representa um papel regulador de todo o sistema²⁹. Os factores que mais podem influenciar o funcionamento e gestão de uma IT são as políticas e medidas governamentais. Em relação a este ponto, importa fazer um alerta, e referir que, no actual contexto do sistema científico e tecnológico nacional, a sua dependência para com o sector estatal é muito significativa, pelo que a política desenvolvida pelo governo pode condicionar, no limite, a existência destas instituições. Regra geral, as políticas mais relevantes para as IT's são a industrial e a de ciência e tecnologia (PCT).

Como tivemos oportunidade de observar no capítulo 2, e de voltar a sublinhar neste subcapítulo, as infraestruturas tecnológicas caracterizam-se essencialmente pelo seu desempenho no apoio às empresas para o desenvolvimento de novas tecnologias e capacidades, actuando muitas vezes (o caso português é um bom exemplo) como interface entre os centros de saber (essencialmente universidades) e as empresas.

4.3 As Actividades das IT's

Até aqui temos vindo a observar a IT de um ponto de vista externo. Contudo, para melhor enquadrar as infraestruturas tecnológicas dentro do modelo geral anteriormente referido, com vista à construção do sistema de indicadores, torna-se fundamental analisar a IT de um ponto de vista interno. Para tal, recorreremos a alguns trabalhos efectuados, quer a nível nacional, quer a nível internacional, para tentar explicar a opção tomada na abordagem da problemática da avaliação das IT's recorrendo às actividades que nela se inserem.

De acordo com o Manual de Frascati³⁰, para melhor analisar e medir qualquer instituição de carácter científico e tecnológico, deve considerar-se em primeiro lugar as actividades da instituição. Os exemplos que nos são dados no Manual de Frascati referem-se essencialmente a actividades de I&D, outras actividades científicas e tecnológicas (OAC&T) e actividades de suporte e administração.

Outro exemplo de classificação de actividades das IT's (já referido anteriormente no subcapítulo 4.1) é-nos dada pelo Ministério da Indústria e Energia Português que em 1995 através do seu Gabinete de Estudos e Planeamento (GEP), propõe uma abordagem com base no Tableau de Bord para medição e avaliação das actividades e unidades tecnológicas (UT's) das IT's, definindo, para esse efeito, como actividades de uma IT: a I&D, a prestação de serviços (assistência técnica, ensaios e pós-venda, entre outros), as vendas institucionais e a formação - actividades externas; e a promoção e infraestrutura - actividades internas.

Ainda dentro do âmbito da desagregação das IT's em actividades, foi proposto pelo ITEC (Instituto Tecnológico para a Europa Comunitária), no 1º Encontro Nacional de Infraestruturas Tecnológicas³¹, um modelo de gestão que defendia a desagregação da IT por tipos de actividade. O ITEC considera fundamental, para a sobrevivência das IT's, que o método de financiamento e gestão seja orientado para uma indexação das suas actividades³². Desta forma, foram considerados dois tipos de actividade: actividades internas e actividades externas. Esta posição foi defendida porque possibilita a avaliação individual e agregada (por tipo de actividade) das actividades e desenvolver metodologias internas de funcionamento e de gestão.

Com base no exposto, podemos partir para o modelo de funcionamento interno das IT's tendo como base o tipo de actividades (internas e externas) desenvolvidas (Figura 16). Considerando a IT no seu meio envolvente, vamos ter um fluxo de entrada de recursos, recursos esses que serão transformados através de actividades em projectos e posteriormente em resultados externos e/ou em benefícios da própria infraestrutura.

O projecto constitui a unidade mais pequena dentro da IT³³, podendo ser definido como um conjunto de tarefas articuladas com vista a atingir determinados objectivos comuns, com um prazo determinado, ao qual são afectos recursos.

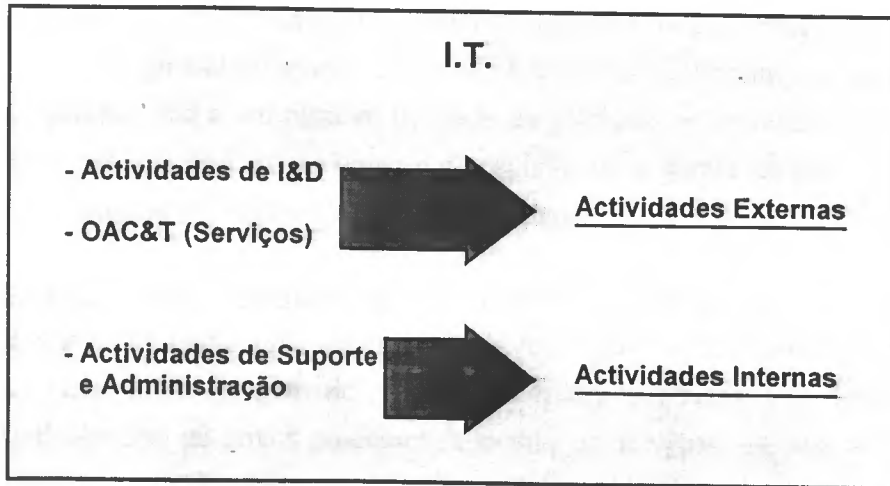


Figura 16 - Organização das Actividades da IT.

De acordo com o modelo acima proposto, passamos a classificar e definir os dois tipos de actividades: as actividades internas e externas.

Actividades Internas - Actividades desenvolvidas pela IT para a IT com o objectivo de promover uma melhoria constante dos seus desempenhos e das suas competências próprias. Neste grupo enquadram-se as seguintes actividades:

Marketing - Elemento fundamental para a IT atingir os seus objectivos³⁴. Consiste em determinar necessidades e desejos das empresas e da sociedade, através de trabalhos de prospecção de mercado/auditoria tecnológica.

Administrativa/Financeira - Área funcional com o objectivo de promover a integração das várias políticas globais da infraestrutura, agregando uma política de recursos humanos e responsável pelo planeamento financeiro.

Actividades Externas - Actividades desenvolvidas pela IT e orientadas para o tecido empresarial/industrial. De acordo com o que já foi dito anteriormente acerca da classificação de actividades, podemos afirmar que estas actividades estão essencialmente identificadas com a I&D, prestação de serviços (OAC&T), podendo ser agrupadas do seguinte modo.

Investigação e Desenvolvimento - São duas as categorias de I&D por nós consideradas no âmbito das IT's³⁵:

1. Investigação Aplicada - consiste em trabalhos originais, efectuados não só com vista à aquisição de novos conhecimentos, mas também com uma finalidade ou um objectivo predeterminado. Os resultados obtidos, reportam em geral a um único produto, ou a um número limitado de produtos, a operações, a métodos ou sistemas que podem ser objecto de registo sob a forma de patente, ou até serem mantidos em regime de confidencialidade.
2. Desenvolvimento Experimental - consiste na utilização sistemática de conhecimentos existentes, obtidos por investigação e/ou experiência prática, com vista à fabricação de novos materiais, produtos ou dispositivos, estabelecimento de novos processos, sistemas ou serviços, ou para a melhoria significativa dos já existentes.

Serviços - De acordo com o exposto neste subcapítulo e com o modelo proposto na Figura 5, podemos agrupar as seguintes actividades na categoria de serviços:

1. Ensaaios - Actividades pontuais, muito localizadas no tempo e nos recursos utilizados. Normalmente não apresentam qualquer carácter inovador ou de desenvolvimento tecnológico.
2. Assistência Tecnológica - Esta classe abrange um amplo número de actividades de carácter significativamente pouco inovador. Nela agrupam-se estudos e projectos de carácter tecnológico, desenvolvidos a pedido das empresas numa perspectiva de *problem solving*.
3. Assistência Técnica - Actividade com vocação comercial que difere da assistência tecnológica na medida em que os serviços que configura não têm carácter tecnológico mas sim de gestão. Trata-se, na maioria dos casos, de trabalhos de consultoria nas áreas estratégicas, comerciais e de organização do sistema produtivo, entre outros.
4. Normalização/Certificação - Certificação de empresas, usualmente nas áreas da qualidade e normalização. Pode ou não exigir base tecnológica e caracteriza-se por ser uma actividade próxima do mercado.
5. Formação Externa - Actividades também pontuais, localizadas no tempo e nos recursos utilizados. Este tipo de actividade, normalmente não apresenta qualquer carácter inovador ou de desenvolvimento.

Ainda em relação às actividades internas e externas, concluímos que as primeiras são actividades com fraco índice de projectos (projectos de formação interna, de estudo de mercado ou seminários). Contrariamente, as actividades externas são muito mais voltadas para o desenvolvimento de projectos, tendo por essa razão uma ligação mais forte com o exterior. A Figura 17 representa todos os fluxos de e para a IT, bem como explicita a lógica interna e externa de interligação de recursos, actividades e resultados.

Os resultados podem fazer-se sentir internamente, ao nível do contexto/sociedade ou podem ainda alimentar outros sistemas³⁶ (no nosso caso particular, as empresas). Podemos então desenvolver e introduzir dois novos conceitos fundamentais no nosso modelo de funcionamento das infraestruturas tecnológicas: o de resultados internos e resultados externos (Figura 17). Os resultados internos podem ser definidos como todos os resultados com influência directa na IT. Em relação aos resultados externos, pode dizer-se que estes alcançam o exterior e o seu impacto poder-se-à avaliar (até certa medida) dentro da infraestrutura tecnológica.

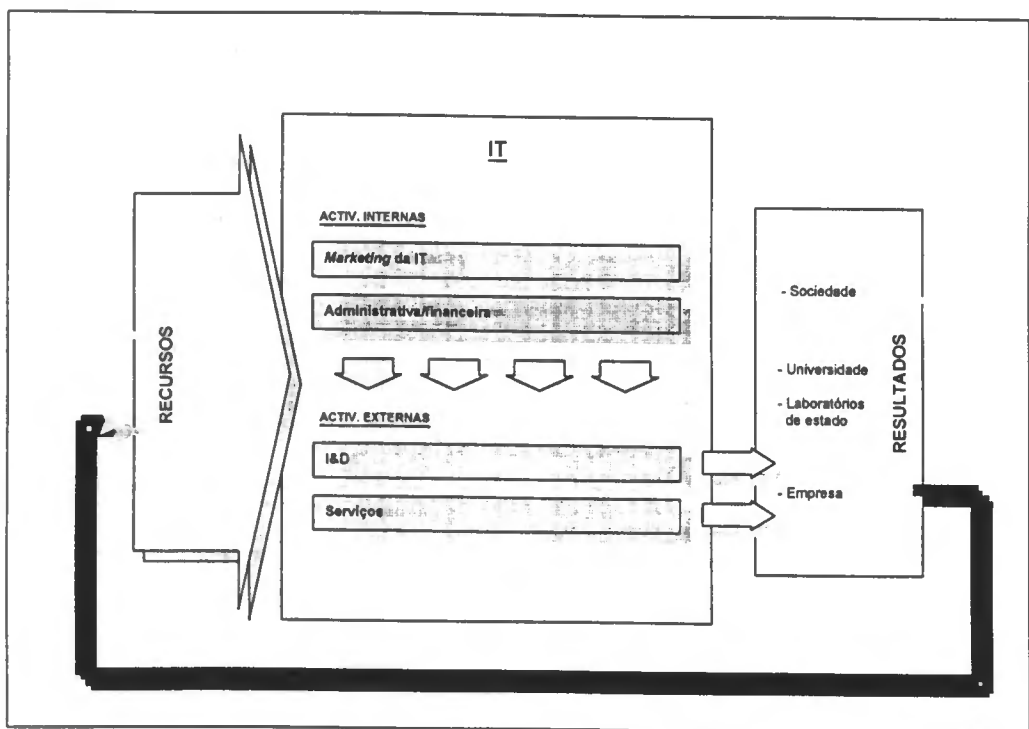


Figura 17 - Lógica de Funcionamento de Actividades e Resultados das IT's.

De acordo com a definição e características das actividades internas³⁷, podemos caracterizar este tipo de actividade como uma actividade horizontal à própria infraestrutura, isto é, as actividades internas são horizontais às UT's da infraestrutura tecnológica. Em relação às actividades externas, estas encontram-se divididas por projectos, podendo cada actividade ter um determinado número de projectos, o que lhe confere uma estrutura matricial.

A articulação e interacção entre projectos, UT's e actividades dentro da infraestrutura tecnológica apresenta-se como a melhor forma de organização interna, constituindo um passo importante na construção do nosso sistema de indicadores da IT.

A Figura 18 apresenta de forma clara a estrutura organizacional interna da IT, fazendo a separação entre actividades internas e externas. As actividades internas são comuns a todas as unidades tecnológicas, podendo-se caracterizar como actividades horizontais. Contrariamente, as actividades externas têm uma tipologia matricial, estando divididas por projectos dentro de cada UT.

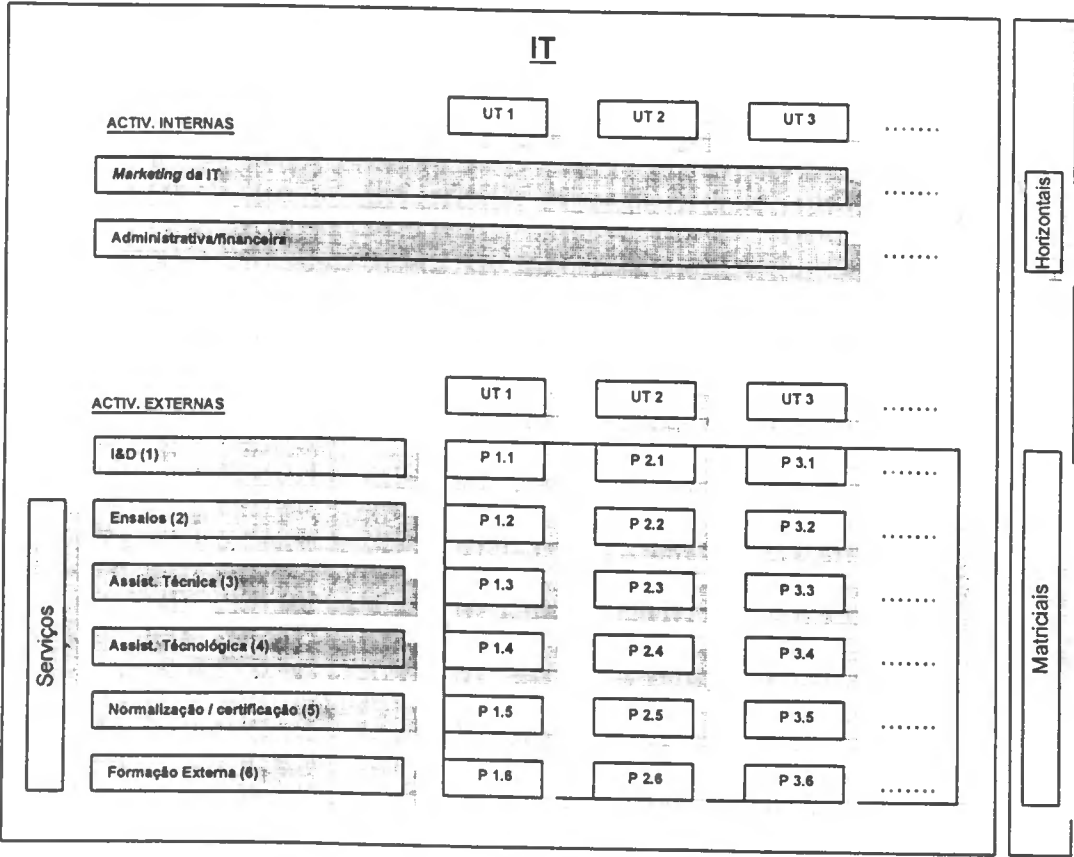


Figura 18 - Matriz Organizacional Interna da IT.

Como podemos observar, as actividades externas da IT são constituídas por projectos (Px,y). Os projectos, por sua vez, estão associados a unidades tecnológicas que se caracterizam por ter várias actividades. Assim, as actividades que lhe estão mais associadas são as de I&D, transferência de tecnologia, ensaios e assistência técnica, podendo ainda estar associadas a actividades de formação interna ou externa.

4.4 Desenvolvimento do Sistema de Indicadores

Neste subcapítulo começaremos por apresentar o modelo de indicadores das infraestruturas tecnológicas, para seguidamente passarmos ao desenvolvimento do sistema de indicadores. Finalmente, ao modelo de avaliação das IT's.

Para melhor podermos compreender e construir o nosso sistema de indicadores, vamos recorrer à Figura 14 do subcapítulo 4.2 para desenvolver o modelo de indicadores das IT's (Figura 18) que, em relação à referida figura, apresenta algumas alterações. Desta forma, vamos considerar a IT, as empresas, as universidades, os laboratórios de estado, como os “actores” principais do SNI a analisar.

As IT's e as empresas ocupam um lugar de destaque no modelo proposto por se tratarem das principais instituições deste estudo. As infraestruturas tecnológicas interagem com as empresas, fornecendo-lhes novos conhecimentos e tecnologias de modo a que estas possam desenvolver novas competências, capacidades e produtos, tornando-se mais competitivas nos seus segmentos de mercado.

Em relação às universidades e aos laboratórios de estado, elas têm um papel importante no modelo desenvolvido³⁸, quer ao nível do fornecimento de conhecimento, quer ao nível de fornecimento de recursos humanos. Como já tivemos oportunidade de verificar, nomeadamente no subcapítulo anterior, o estado tem um papel regulador do sistema, aplicando políticas e outras medidas governamentais. O contexto/sociedade é o meio envolvente de todo o sistema, constituindo o agente de menor relevância no nosso estudo.

O desempenho das actividades internas e das actividade de ciência e tecnologia pode (e deve) ser aferido através do recurso a indicadores. Neste trabalho iremos recorrer a quatro tipos principais de indicadores: indicadores de entrada, indicadores internos, indicadores de saída, indicadores de impacto.

A Figura 19 representa o modelo de indicadores das infraestruturas tecnológicas. Podemos facilmente distinguir os recursos utilizados pela IT que se relacionam com os indicadores de entrada/input e os resultados produzidos associados aos indicadores de saída/output. Os indicadores internos referem-se às actividades internas, incluindo a gestão de recursos humanos. O impacto noutros sistemas, nomeadamente (e principalmente) nas empresas é medido através dos indicadores de impacto que avaliam o aumento de produtividade.

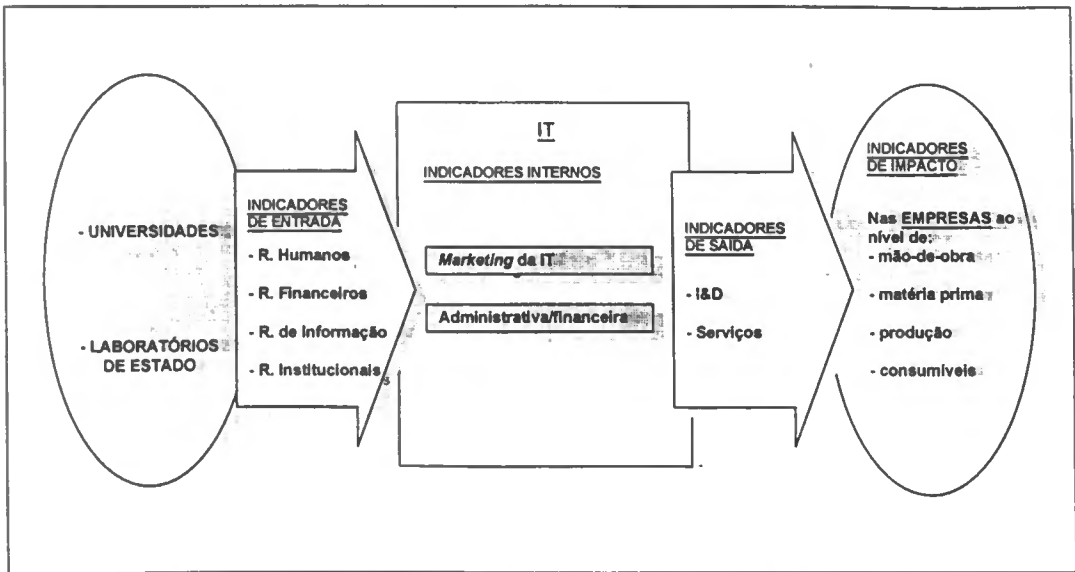


Figura 19 - Modelo de Indicadores das IT's.

Partindo deste modelo é possível desenvolver o sistema de indicadores. O sistema de indicadores será desenvolvido de acordo com a estrutura e enquadramento da IT³⁹. Desta forma, passamos a apresentar os tipos de indicadores por nós considerados para o modelo de avaliação das IT's:

- ⇒ **Indicadores de Entrada (input)** - os indicadores de entrada (*input*) dão informação relacionada com os recursos utilizados. Para o desenvolvimento deste indicadores adoptou-se, para além dos apontados pelo Manual de Frascati: os recursos financeiros e os recursos humanos⁴⁰. Para além dos dois últimos, podem-se ainda acrescentar os recursos de informação e os recursos institucionais(*). Pensamos que esta abordagem é correcta, visto se tratarem de recursos utilizados directamente pela IT.
- ⇒ **Indicadores Internos** - estes indicadores caracterizam-se por estar directamente ligados às actividades internas da IT⁴¹. Desta forma, podem-se considerar o *marketing* da IT e as actividades administrativas/financeiras como objectos de estudo e desenvolvimento de rácios que ajudem a avaliar melhor estas actividades.
- ⇒ **Indicadores de Saída (output)** - relativamente aos indicadores de saída (*output*), estes referem-se aos resultados produzidos, estando associados ao conceito de desempenho do sistema ao nível da produção. Estes indicadores podem ser agrupados em dois: I&D e serviços. Esta opção deve-se ao facto destes dois vectores constituírem a base dos resultados produzidos pela IT para o exterior.

⇒ **Indicadores de Impacto** - com os indicadores de impacto pretende-se avaliar em que medida a introdução de uma nova tecnologia provoca (ou pode provocar) junto da empresa/indústria. Este tipo de rácio pode ser analisado a partir de um conjunto de factores considerados decisivos em relação ao desenvolvimento tecnológicos da empresa.

A partir dos quatro tipos de indicadores considerados, pode-se agora desenvolver o sistema de indicadores. Em relação aos indicadores de entrada, ir-se-à analisar especialmente os recursos humanos e os recursos financeiros, visto se tratarem dos mais importantes neste estudo. Os restantes tipos de indicadores (internos, externos e impacto), serão seleccionados de acordo com o explicitado na Figura 19.

Antes de entrarmos na análise de rácios, será conveniente explicar que o editor de formulas matemáticas utilizado⁴², não possibilita a inclusão de acentuação.

4.4.1 Indicadores de Entrada (input)

Os indicadores de entrada relacionam-se directamente com os recursos utilizados pela IT. Como já se verificou anteriormente⁴³, devido à sua importância e facilidade de medição, vão-se dividir os indicadores de entrada na IT, em três grandes áreas:

- Recursos Humanos;
- Recursos Financeiros;
- Recursos de Informação.

Recursos Humanos:

• Evolução de Recursos Humanos

Estes indicadores permitem avaliar a taxa de evolução de Doutorados (*etd*), Mestrados (*etm*) Licenciados (*etl*) e Investigadores (*eti*) da IT, tendo como objecto de estudo o ano anterior (*n-1*) e o ano presente (*n*).

$$[\text{ERH1}] \quad etd = \frac{\sum_n \text{Doutorados} - \sum_{n-1} \text{Doutorados}}{\sum_{n-1} \text{Doutorados}} \cdot 100 \quad (\%)$$

$$[\text{ERH2}] \quad etm = \frac{\sum_n \text{Mestrados} - \sum_{n-1} \text{Mestrados}}{\sum_{n-1} \text{Mestrados}} \cdot 100 \quad (\%)$$

$$[\text{ERH3}] \quad etl = \frac{\sum_n \text{Licenciados} - \sum_{n-1} \text{Licenciados}}{\sum_{n-1} \text{Licenciados}} \cdot 100 \quad (\%)$$

$$[\text{ERH4}] \quad eti = \frac{\sum_n \text{Investigadores} - \sum_{n-1} \text{Investigadores}}{\sum_{n-1} \text{Investigadores}} \cdot 100 \quad (\%)$$

Recursos Financeiros:

- **Evolução de Financiamento Externo (efe)**

Este indicador permite avaliar a evolução das verbas atribuídas à IT por parte do estado, CE e outras instituições ou programas, anualmente.

$$[ERF1] \quad efe = \frac{\sum_n Finan_Ext - \sum_{n-1} Finan_Ext}{\sum_{n-1} Finan_Ext} \cdot 100 \quad (\%)$$

- **Evolução de Financiamento Interno (efi)**

O rácio possibilita avaliar a evolução das verbas disponibilizadas pela IT no financiamento próprio como vista à consolidação e evolução da sua actividade, comparando anualmente.

$$[ERF2] \quad efi = \frac{\sum_n Finan_Int - \sum_{n-1} Finan_Int}{\sum_{n-1} Finan_Int} \cdot 100 \quad (\%)$$

- **Taxa de Financiamento Interno (tfi)**

O rácio permite avaliar a percentagem dos financiamentos próprios (da IT) em relação ao financiamento total da IT, anualmente.

$$\sum_n Finan_Total = \sum_n Finan_Ext + \sum_n Finan_Int$$

$$[ERF3] \quad tfi = \frac{\sum_n Finan_Int}{\sum_n Finan_Total} \cdot 100 \quad (\%)$$

Recursos de Informação:

- **Evolução dos Recursos Financeiros da Informação (eri)**

O indicador possibilita avaliar a evolução dos recursos financeiros da informação (na IT), comparando o ano anterior com ano presente.

$$[ERI1] \quad eri = \frac{\sum_n Recursos_Finan_Inf - \sum_{n-1} Recursos_Finan_Inf}{\sum_{n-1} Recursos_Finan_Inf} \cdot 100 \quad (\%)$$

4.4.2 Indicadores Internos de Actividade

De acordo com o que já foi referido anteriormente⁴⁴, os indicadores internos, podem ser divididos em dois grupos:

- *Marketing* da IT;
- Administrativa/financeira.

Marketing da IT

- Visitas com Encomendas (*pce*)

O rácio calcula a percentagem total (ou parcial por UT) de clientes com encomendas, através do quociente do somatório de encomendas (IT/UT) e o número total de visitas efectuadas pelo *marketing* (IT/UT).

$$[IM1] \quad pce = \frac{\sum_{IT/UT} Encomendas}{\sum_{IT/UT} Visitas} \cdot 100 (\%)$$

- Segurança de Actividade

Torna-se fundamental que o total dos proveitos das UT's seja determinado pela sua capacidade real de vendas (facturação). Contudo, não se pode deixar de considerar que as vendas são sempre dependentes das encomendas, pelo que o factor de segurança de actividade (*k*) relaciona e determina estas duas variáveis, dentro dos objectivos da IT.

$$[IM2] \quad \sum \$Encomendas = k \cdot \sum \$VendasUT's$$

(*K* é o coeficiente de segurança de actividade, pré-definido pela direcção da IT/UT)

A Figura 20 explica de forma clara a relação das encomendas do *marketing* com as vendas das UT's.

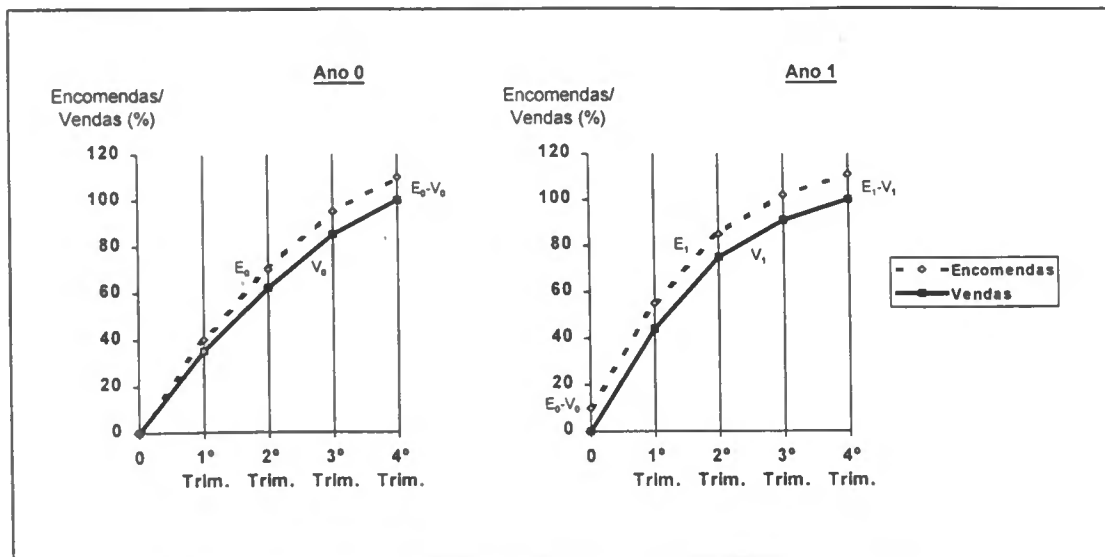


Figura 20 - Relação entre as Encomendas do *Marketing* e as Vendas da IT.

Administrativa/financeira:

- Taxa de utilização do Equipamento (*tue*)

O indicador de utilização do equipamento (máquinas), traduz o quociente entre o sumario do total de horas efectivamente produtivas de cada equipamento e o número total de horas disponíveis (horário de funcionamento), por unidade tecnológica (ou total da IT).

$$[IE1] \quad tue = \frac{\sum_{IT/UT} \text{Horas_Prod}}{\sum_{IT/UT} \text{Horas_Disp}}$$

- Taxa de Manutenção do Equipamento (*tme*)

O rácio de utilização do equipamento (máquinas), traduz o quociente entre o sumario do total de horas efectivamente produtivas de cada equipamento e o número total de horas disponíveis (horário de funcionamento), por unidade tecnológica (ou total da IT).

$$[IE2] \quad tme = \frac{\sum_{IT/UT} \text{Horas_Manutenção}}{\sum_{IT/UT} \text{Horas_Prod}}$$

É desejável que os tempos utilizados em reparação ou manutenção, sejam fora das horas estabelecidas para a produção.

- Taxa de Equivalentes a Tempo Inteiro (*tet*)

O rácio da percentagem de equivalência a tempo inteiro, expressa a percentagem de ETI's da IT (ou individualmente, por UT) e calcula-se através da divisão do número total de ETI's pelo número total de recursos humanos da IT (ou UT).

$$[IRH1] \quad tet = \frac{\sum_{IT/UT} ETI}{\sum_{IT/UT} Total_IT} \cdot 100 \text{ (\% de ETI)}$$

- Taxa de Investigadores na IT/UT (*tin*)

A percentagem de Investigadores na IT pode ser calculada através do quociente entre o número total de investigadores da IT (ou UT) e o número total de recursos humanos da IT (ou UT, ambos em ETI's). Este rácio fornece a taxa de investigadores da IT.

$$[IRH2] \quad tin = \frac{\sum_{IT/UT} Investigadores}{\sum_{IT/UT} RH_Total} \cdot 100 \text{ (\% de ETI)}$$

- Grau Académico dos Recursos Humanos

Os indicadores de grau académico de recursos humanos têm como finalidade fornecer dados sobre a taxa de doutorados (*gad*), mestrados (*gam*) e licenciados (*gal*) da IT e calculam-se através do quociente do número de doutorados, mestrados e licenciados (em ETI) e o número total de recursos humanos da IT (ou UT, ambos em ETI's). Os rácios permitem avaliar a evolução anual dos quadros da IT/UT.

$$[IRH3] \quad gad = \frac{\sum_{IT/UT} Doutorados}{\sum_{IT/UT} RH_Total} \cdot 100 \text{ (\% de ETI)}$$

$$[ERH4] \quad gam = \frac{\sum_{IT/UT} Mestrados}{\sum_{IT/UT} RH_Total} \cdot 100 \text{ (\% de ETI)}$$

$$[IRH5] \quad gal = \frac{\sum_{IT/UT} Licenciados}{\sum_{IT/UT} RH_Total} \cdot 100 \text{ (\% de ETI)}$$

4.4.3 Indicadores de Saída (output)

Os indicadores de saída podem ser divididos em dois grandes grupos⁴⁵:

- Investigação e Desenvolvimento (I&D);
- Serviços.

Apesar desta divisão, existem indicadores que podem ser aplicados a ambos. Assim, vai-se começar por analisar os indicadores comuns à I&D e aos serviços, para seguidamente estudarmos cada um deles.

I&D e Serviços

- Contributo das UT's nas proveitos (receitas) totais da IT (cut)

Este indicador traduz a importância (peso) de cada UT (UT_n) no total de vendas da IT, e calcula-se através da divisão do somatório dos proveitos da UT_n (I&D e serviços) pela receita total da IT.

$$\sum_{IT} Proveitos = \sum_{UT}^{UT_n} Proveitos$$

$$[IDS1] \quad cut = \frac{\sum_{UT} Proveitos}{\sum_{IT} Proveitos} \cdot 100 \quad (\%)$$

- Margem de Lucro Prevista (j e j_t)

Este rácio permite calcular as vendas necessárias e mínimas para a cobertura de custos previstos em cada UT. Assim, j representa a inclinação da recta de proveitos e é definido em termos de objectivo, pela direcção da IT, dependendo da sua estratégia e estudo de mercado (Figura 21).

$$[IDS2] \quad \frac{\sum_{UT} Despesas}{\sum_{UT} Proveitos} = j \quad \begin{cases} j = 1 \rightarrow \text{lucro zero} \\ j > 1 \rightarrow \text{lucro } x \end{cases}$$

Esta análise pode (e deve) ser aplicada à IT. Assim teremos:

$$\sum_{IT} Despesas = \sum_{ACT.INT.} Despesas + \sum_{UT} Despesas$$

$$[IDS3] \quad \frac{\sum_{IT} Despesas}{\sum_{IT} Proveitos} = jt \quad \begin{cases} jt = 1 \rightarrow \text{lucro zero} \\ jt > 1 \rightarrow \text{lucro } x \end{cases}$$

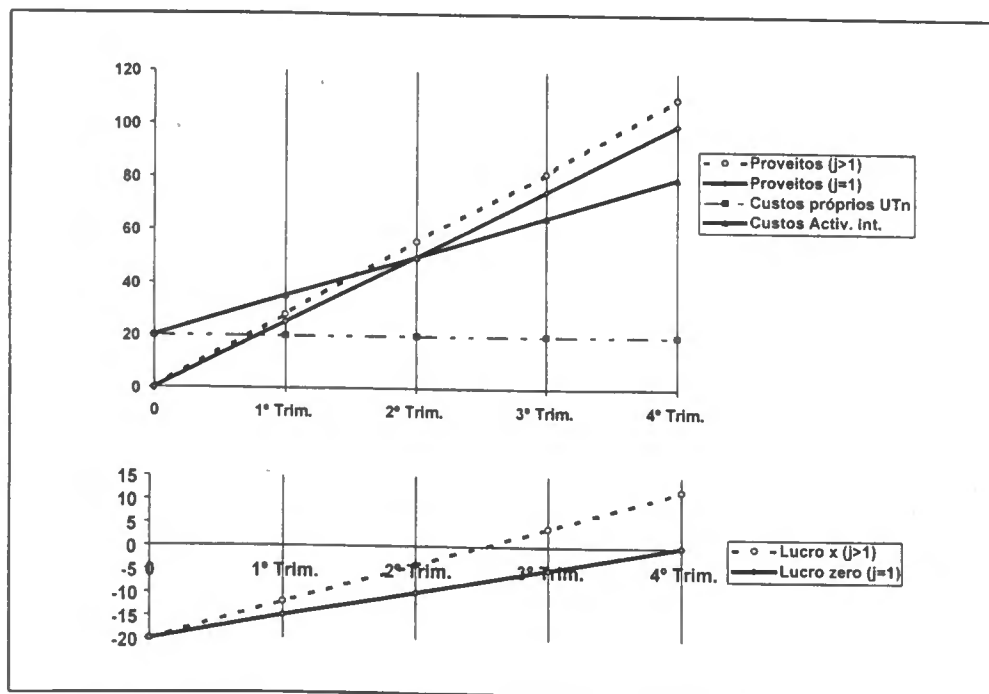


Figura 21 - Despesas de I&D e Serviços em relação à Facturação de I&D e Serviços.

Investigação e Desenvolvimento (I&D)

- Estudos Patenteados (epa)

O rácio entre o número de patentes e o número de estudos realizados, fornece a percentagem de estudos que foram patenteados. Este rácio é calculado pelo quociente entre o número de patentes e o número de estudos efectuados na IT/UT.

$$[ID1] \quad epa = \frac{\sum_{IT/UT} Patentes}{\sum_{IT/UT} Estudos} \cdot 100 \quad (\%)$$

- Sucesso de Estudos (sue)

O rácio entre o número de inovações (nas empresas/indústria) e o número de estudos, expressa a taxa de sucesso dos estudos efectuados e calcula-se através da divisão do número de inovações e o número de estudos efectuados na IT/UT.

$$[ID2] \quad sue = \frac{\sum_{IT/UT} Inovações}{\sum_{IT/UT} Estudos} \cdot 100 \quad (\%)$$

Tendo em atenção os dois rácio anteriores, podemos deduzir outro rácio que traduz a percentagem de patentes que resultaram em inovações (*spa*).

$$[ID3] \quad spa = \frac{[ID2]}{[ID1]} = \frac{\frac{\sum_{IT/UT} Inovações}{\sum_{IT/UT} Estudos}}{\frac{\sum_{IT/UT} Patentes}{\sum_{IT/UT} Estudos}} = \frac{\sum_{IT/UT} Inovações}{\sum_{IT/UT} Patentes} \cdot 100 \quad (\%)$$

- Contributo da I&D nas receitas totais da IT (*cid*)

O indicador representa os proveitos totais de I&D das UT's (somatório da I&D das UT's) e a receita total da IT. Este rácio pode ainda ser particularizado a cada UT.

$$[ID4] \quad cid = \frac{\sum_{IT/UT} Total_Proveitos_I\&D}{\sum_{IT/UT} Total_Proveitos} \cdot 100 \quad (\%)$$

Serviços

- Contributo dos Serviços na IT (*cse*)

O rácio possibilita calcular os proveitos totais de serviços das UT's (somatório dos serviços das UT's) e os proveitos totais da IT. Este rácio pode ainda ser particularizado a cada uma das UT's.

$$[S1] \quad cse = \frac{\sum_{IT/UT} Total_Proveitos_Serviços}{\sum_{IT/UT} Total_Proveitos} \cdot 100 \quad (\%)$$

- Proveitos por Técnico de serviços (*pte*)

Este rácio permite calcular os proveitos totais de serviços da IT (ou individualmente, por UT) por técnico (em ETI).

$$[S2] \quad pte = \frac{\sum_{IT/UT} Total_Proveitos_Serviços}{\sum_{IT/UT} ETI_Serviços} \cdot 100 \quad (\%)$$

4.4.4 Indicadores de Impacto

- Contributo da nova tecnologia (ao nível do produto e/ou processo)

Para se poder avaliar os impactos de uma nova tecnologia na empresa, torna-se necessário fazer uma análise antes e depois da implementação dessa nova tecnologia, adoptando-se uma forma de avaliação anual. Para tal, pode-se desenvolver rácios de acordo com a lógica que temos vindo a abordar, ano passado (n-1) e ano presente (n).

Vamos começar por considerar quatro factores que julgamos decisivos no desenvolvimento de uma nova tecnologia (produto ou processo), bem como no aumento de produtividade da empresa:

- Redução de custos de mão-de-obra (*rmo*)

$$[I1] \quad rmo = \frac{\sum_{n-1}^n Custos_MO}{\sum_{n-1}^n Custos_MO} \cdot 100 \quad (\%)$$

- Redução de utilização de matéria prima (*rpm*)

$$[I2] \quad rpm = \frac{\sum_{n-1}^n Custos_MP}{\sum_{n-1}^n Custos_MP} \cdot 100 \quad (\%)$$

- Aumento de produção (*apr*)

$$[I3] \quad apr = \frac{\sum_{n-1}^n Prod}{\sum_{n-1}^n Prod} \cdot 100 \quad (\%)$$

- Redução dos custos de consumíveis (*rcc*)

$$[I4] \quad rcc = \frac{\sum_{n-1}^n Consum}{\sum_{n-1}^n Consum} \cdot 100 \quad (\%)$$

Consideram-se consumíveis todos os recursos energéticos e produtos utilizados na concepção da nova tecnologia. Fazem parte deste conjunto, a energia eléctrica, a água, os materiais de apoio, entre outros.

A conjugação destes quatro factores determina o impacto da inovação tecnológica junta da empresa/indústria. Desta forma, pode-se definir o aumento da produção unitária (*apu*) pela seguinte fórmula:

$$apu = \frac{\sum_n \text{Custo_Prod}}{\sum_n \text{Quant_Prod}}$$



Assim, o Aumento de Produtividade (*apv*) pode ser definido pelo indicador:

$$[I5] \quad apv = \frac{\text{Custo_Prod_Unit}_n}{\text{Custo_Prod_Unit}_{n-1}} \quad \begin{cases} < 1 \rightarrow \text{aumento de produtividade} \\ > 1 \rightarrow \text{diminuição de produtividade} \end{cases}$$

Os indicadores de impacto apresentados, para uma análise mais exaustiva e correcta, devem ser analisados conjuntamente numa base ponderada no produto (ou processo) final. A Figura 22 ilustra, como exemplo, uma aplicação prática da conjugação dos factores de custos de produção, incluindo a amortização anual de equipamentos para a implementação da nova tecnologia (produto/processo *p*).

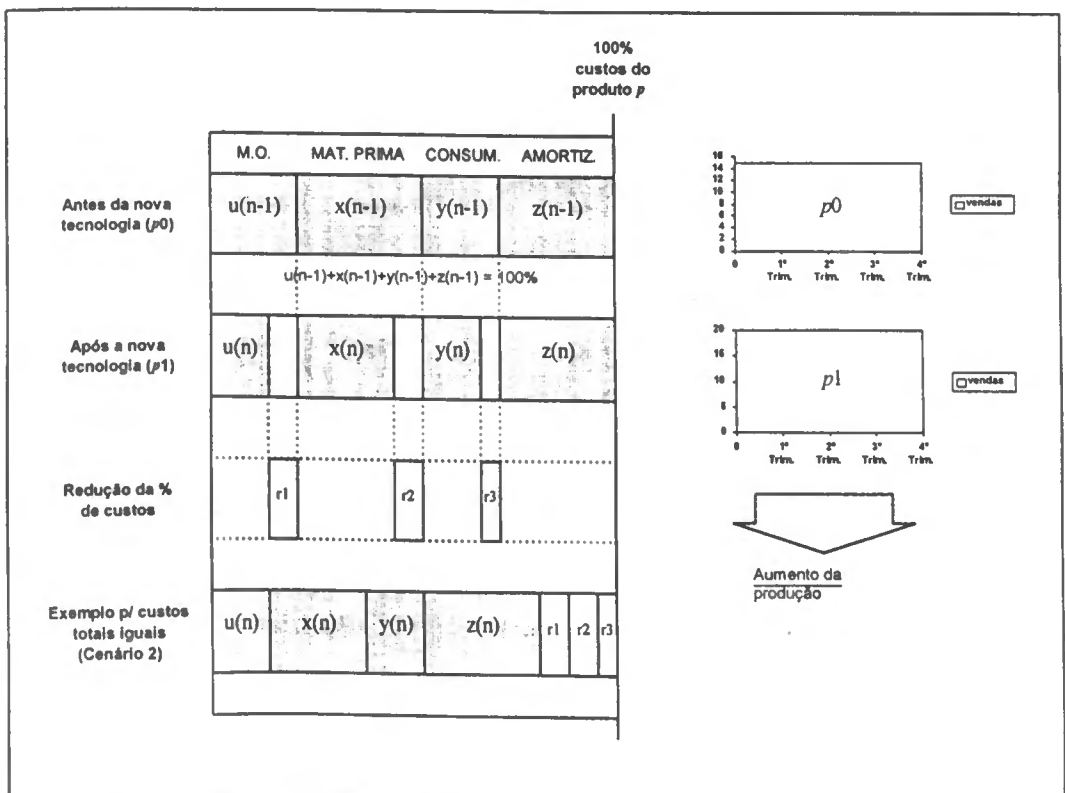


Figura 22 - Exemplo de aplicação dos Rácios de Impacto num produto/processo *p*.

Pelo exemplo apresentado na figura anterior (Figura 22), conclui-se:

$$\frac{\sum^n Custos_MO}{\sum_{n-1}^n Custos_MO} < 1 \rightarrow \text{redução de custos de mão-de-obra.}$$

$$\frac{\sum^n Custos_MP}{\sum_{n-1}^n Custos_MP} < 1 \rightarrow \text{redução de custos de matéria prima.}$$

$$\frac{\sum^n Prod}{\sum_{n-1}^n Prod} > 1 \rightarrow \text{aumento de produção.}$$

$$\frac{\sum^n Consum}{\sum_{n-1}^n Consum} < 1 \rightarrow \text{redução de custos de consumíveis.}$$

Esta redução de custos, permitirá o investimento em novas máquinas, podendo-se traçar vários cenários possíveis de estratégia da empresa (Quadro 4).

Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
- aumento da produção; - menores custos de produção.	- aumento da produção; - custos iguais de produção.	- aumento da produção; - maiores custos de produção.
$\frac{Custo_Prod_Unit_n}{Custo_Prod_Unit_{n-1}} < 1$	$\frac{Custo_Prod_Unit_n}{Custo_Prod_Unit_{n-1}} = 1$	$\frac{Custo_Prod_Unit_n}{Custo_Prod_Unit_{n-1}} > 1$
<u>Aumento de Produtividade</u>	<u>Aumento de Produtividade</u>	Obedece a um estudo para determinar o valor limite até onde se obtém o Aumento de Produtividade

Quadro 4 - Estratégias possíveis de investimento, garantindo aumento de produtividade.

Estes cenários constituem três abordagens possíveis, cada qual com a sua estratégia específica. Cabe à empresa fazer a opção, de acordo com a definição da sua estratégia. A IT limitar-se-à a medir os impactos, através dos indicadores apontados.

4.4.5 Quadro geral de Indicadores

Para completar este estudo de indicadores de avaliação para as infraestruturas tecnológicas, vamos criar um quadro geral de resumo de indicadores para facilitar a sua leitura e enquadramento na IT (Quadro 5).

Indicador	Designação	Tipo	Período de Análise *
[ERH1]	Taxa de evolução de Doutorados	Entrada	3 meses
[ERH2]	Taxa de evolução de Mestrados	Entrada	3 meses
[ERH3]	Taxa de evolução de Licenciados	Entrada	3 meses
[ERH4]	Taxa de evolução de Investigadores	Entrada	3 meses
[ERF1]	Evolução do financiamento Externo	Entrada	4 meses
[ERF2]	Evolução do financiamento Interno	Entrada	4 meses
[ERF3]	Taxa de financiamento Interno	Entrada	4 meses
[ERI1]	Evolução dos recurso financeiros de Informação	Entrada	4 meses
[IM1]	Visitas com Encomendas	Interno	3 meses
[IM2]	Segurança de Actividade	Interno	3 meses
[IE1]	Taxa de utilização do Equipamento	Interno	3 meses
[IE2]	Taxa de manutenção do Equipamento	Interno	3 meses
[IRH1]	Taxa de ETI	Interno	6 meses
[IRH2]	Taxa de Investigadores	Interno	6 meses
[IRH3]	Taxa de Doutorados	Interno	6 meses
[IRH4]	Taxa de Mestrados	Interno	6 meses
[IRH5]	Taxa de Licenciados	Interno	6 meses

Quadro 5 - Quadro Geral de Indicadores de Avaliação da IT.

Indicador	Designação	Tipo	Período de Análise *
[IDS1]	Peso de cada UT nos Proveitos	Saída	3 meses
[IDS2]	Margem de Lucro Prevista UT	Saída	3 meses
[IDS3]	Margem de Lucro Prevista IT	Saída	3 meses
[ID1]	Estudos Patenteados	Saída	6 meses
[ID2]	Sucesso de Estudos	Saída	6 meses
[ID3]	Taxa de patentes que resultaram em inovações	Saída	6 meses
[ID4]	Contributo da I&D nas Receitas Totais	Saída	4 meses
[S1]	Contributo dos Serviços	Saída	4 meses
[S2]	Proveitos por Técnico de Serviços	Saída	6 meses
[I1]	Redução de custos de mão-de-obra	Impacto	p/ projecto
[I2]	Redução de custos de Matéria Prima	Impacto	p/ projecto
[I3]	Aumento de Produção	Impacto	p/ projecto
[I4]	Redução de Consumíveis	Impacto	p/ projecto
[I5]	Aumento de Produtividade	Impacto	p/ projecto

* corresponde ao período de análise que recomendo, dependendo da gestão da IT.

Quadro 5 - Quadro Geral de Indicadores de Avaliação da IT (continuação).

Este quadro procura enquadrar os indicadores seleccionados com as várias metodologias de avaliação estudadas no capítulo 3. Embora, na definição de cada indicador se tenha optado, na generalidade, por uma medição anual, pode-se reduzir os intervalos de avaliação (para por exemplo 3, 4 ou 6 meses) por forma a se obter maior número de avaliações periódicas.

Pensamos que através deste conjunto de indicadores (Quadro 5), se pode realizar uma avaliação quantitativa e qualitativa da IT, das suas actividades e impactos no exterior (na empresa). Esperamos que esta ferramenta de trabalho possa contribuir para a gestão interna da IT, bem como para o fomento de sinergias entre as IT's e as empresas/indústria.

Referências e Notas do Capítulo 4

- ¹ Schotte, J., Andersen Consulting, 1993, *Performance Criteria of Research and Technology Organizations (RTO's)* apresentado na conferência: *The Future of Research and Technology Organizations in Europe*.
- ² Nomeadamente nos capítulos 1, 2 e 3 desta dissertação.
- ³ O capítulo 1 analisa com mais profundidade o enquadramento das IT's no sistema científico e tecnológico (SCT), bem como as suas necessidades e competências. Ver também Caraça, 1993.
- ⁴ Caraça, J. M. G., 1995.
- ⁵ Ver também Capítulo 2.
- ⁶ Kaplan, R. S. e Norton, D. P., Harvard Business Review, Fevereiro 1992, *The Balance Scorecard - Measures that drive Performance*.
- ⁷ Kaplan, R. S. e Norton, D. P., 1991, *The Balance Scorecard*.
- ⁸ Schotte, J., 1993. Tradução do termo *Critical Success Factors* (CSF's) utilizado na conferência: *The Future of Research and Technology Organizations in Europe*.
- ⁹ Schotte, J., 1993. Tradução do termo *Key Performance Indicators* (KPI's) utilizado na conferência: *The Future of Research and Technology Organizations in Europe*.
- ¹⁰ Kaplan, R. S. e Norton, D. P., 1991.
- ¹¹ Kaplan, R. S. e Norton, D. P., 1991, *The Balance Scorecard*.
- ¹² Kaplan, R. S. e Norton, D. P., 1991.
- ¹³ Schotte, J., Andersen Consulting, 1993.
- ¹⁴ Gabinete de Estudos e Planeamento (GEP) do Ministério da Indústria e Energia em conjunto com a Andersen Consulting, *Tableau de Board*. Actividades da IT: prestação de serviços (assistência técnica, ensaios e pós-venda, entre outros), I&D, vendas institucionais e formação - actividades para o exterior; e promoção e infraestrutura - actividades internas, 1995.
- ¹⁵ A definição de unidade tecnológica (UT) encontra-se no capítulo 2 desta dissertação e no *Tableau de Board* do GEP do Ministério da Indústria e Energia, 1995.
- ¹⁶ OCDE, 1993, *Manual de Frascati*.
- ¹⁷ *Tableau de Board*, GEP, 1995.
- ¹⁸ Scheerens, J., 1992, p.54.
- ¹⁹ Caraça, J. M. G., 1995.
- ²⁰ Caraça, J. M. G., 1995.

-
- 21 Caraça, J. M. G., 1995.
- 22 Caraça, J. M. G., 1995.
- 23 Adaptação de Caraça, J. M. G., 1995.
- 24 Ver Capítulo 2.
- 25 Murphy, J. J., EOLAS, 1993 - The Irish S&T Agency, *The role of RTO's in Encouraging Firms to Absorb new Technologies*, Conferência: *The Future of Research and Technology Organisation in Europe*.
- 26 De acordo com Caraça, 1993, os centros de saber incluem: universidades, laboratórios de estado, centros tecnológicos e outras entidades semelhantes.
- 27 Caraça, J. M. G., 1993, p 72.
- 28 Ver capítulo 2. Consultar também Caraça, 1993.
- 29 As funções do estado são analisadas no capítulo 2 (onde se analisa também o sistema científico e tecnológico).
- 30 Organisation for Economic Co-operation and Development, *Frascati Manual - The Measurement of Scientific and Technological Activities*, 1993, cap.1 e 2. Ver também capítulos 2 e 3 desta dissertação.
- 31 Primeiro Encontro Nacional das Infraestruturas Tecnológicas, realizado em Lisboa a 2 de Julho de 1996 no Parque Tecnológico do INETI.
- 32 Grupo de Trabalho sobre o Financiamento da Inovação, "Financiamento Público da Inovação Tecnológica: Proposta para uma Estratégia de Investigação", ITEC, Junho 1996.
- 33 OCDE, 1993, *Manual de Frascati*.
- 34 Kottler, P., 1994, "Administração de Marketing", afirma que o *marketing* é a chave com a qual as organizações determinam as necessidades e desejos dos mercados alvo, por forma a satisfazer os mais eficaz e eficientemente. Julgamos que esta definição se ajusta perfeitamente à realidade das IT's.
- 35 OCDE, 1995.
- 36 Consultar subcapítulos 4.1 e 4.2.
- 37 Definidas previamente no subcapítulo (4.3).
- 38 Consultar capítulo 2 e subcapítulo 2.1.
- 39 Analisada nos subcapítulos anteriores deste capítulo.
- 40 Manual de Frascati, 1993, p.22.
- 41 Ver subcapítulo 4.3.

42 Microsoft Equation 2.0, Windows 95.

43 Ver Figura 18, subcapítulo 4.4.

44 Consultar Figura 18, subcapítulo 4.4.

45 Consultar Figura 18, subcapítulo 4.4.

Posfácio

A presente dissertação foca o desenvolvimento de um modelo de avaliação para as IT's. Ao longo de todo o trabalho são justificados de forma clara, quer a sua necessidade, quer o potencial impacto e utilidade no seio das IT's. No entanto, tal como já foi referido no capítulo 1, este instrumento é apenas um dos vectores que pode contribuir para a promoção de sinergias entre as IT's, as empresas e os restantes “actores” do sistema nacional de inovação.

Esta ferramenta poderá facilitar a missão das IT's, no acelerar e aprofundar dos processo de contacto e aproximação com as empresas/indústria. Outros trabalhos já realizados na área das IT's procuram dar resposta a este tipo de preocupações. Esta abordagem tem como objectivo abrir caminho para a definição de estratégias de intervenção das infraestruturas tecnológicas junto das empresas.

Neste contexto, ao Modelo de Avaliação para as Infraestruturas Tecnológicas, cabe um papel muito claro: o de elemento facilitador no processo de gestão interna da IT que possibilite à instituição desenvolver capacidades tecnológicas e conhecer melhor o mercado. Naturalmente, que só depois de posto em prática, o modelo poderá revelar até que ponto os objectivos foram cumpridos, podendo até possibilitar outras conclusões que não tenham sido previstas e apontadas à partida.

No entanto, a par do desenvolvimento deste tipo de instrumentos de medida e diagnóstico, é fundamental equacionar a promoção de programas e/ou políticas que favoreçam o estabelecimento dos laços entre IT's e empresas.

Bibliografia

Bibliografia

- Alves, J., 1996, "Inovação e Difusão em Ciência e Tecnologia", in Conceição, Durão e Heitor (eds.), *Novas Ideias para as Universidades*, IST Press.
- Bell, M., Pavitt, K., 1993, *Accumulating Technological Capability in Developing Countries*, in The World Bank, p.257-281.
- Boggio, G., Gallimore, R., 1982, Conferência de Bruxelas sobre a Avaliação de I&D.
- Caraça, J. M. G., 1993, "Do Saber ao Fazer: Porquê Organizar a Ciência".
- Caraça, J. M. G., 1993a, Material de apoio às aulas de Política Científica e Tecnológica do Mestrado em Economia e Gestão de Ciência e Tecnologia, ISEG, UTL.
- Caraça, J. M. G., Pinheiro, J. D., 1981, "Identificação das Áreas Prioritárias para a I&D, Lisboa, JNICT.
- CEC, 1991, *Evaluation of Research and Development: Current practice and Guidelines*.
- CEC, 1993, Conferência "The future of Research and Technology Organizations".
- Comissão Europeia, 1996, "Livro Verde da Inovação".
- Conceição, P., 1995, "O Financiamento das Universidades Públicas: Aplicação ao Ensino de Engenharia, Ciência e Tecnologia", Tese submetida para a obtenção de grau de Mestre, ISEG, UTL.
- Conferência *The future of research and Technology Organisations*, Novembro 1993, CEC, Bruxelas.
- Dasgupta, P., David, P. A., 1994, *Toward a new Economics of Science*, in *Research Policy*, 23, p.487-521.
- De Brandt, Jacques, 1995, *Research and Innovation: Evaluation Problems and Procedures at different Levels*, International Journal of Technology Management, - 10 (4, 5, 6) Special Issue on the Evaluation of Research and Innovation, p.365-377.
- Freeman, C., 1982, *The Economics of Industrial Innovation*, London, 2nd Edition.
- Freeman, C., 1987, *Technology Policy and Economic Performance*, London.
- Freeman, C., Perez, C., 1988, *Structural Crises of Adjustment: Business Cycles and Investment Behaviour*, in Disi et al.
- Freeman, C., 1968, *Science and Economy at the National Level, Problems of Science Policy*, OCDE, Paris.
- Gabinete de Estudos e Planeamento (GEP) do Ministério da Indústria e Energia em conjunto com a Andersen Consulting, 1995, *Tableau de Board*.
- Gibson, D. V., Rogers, E. M., 1994, *R&D Collaboration on Trial*, Boston, Harvard Business School Press.



- Godinho, M. M., 1986, *University - Industry Relations in Portugal*, Tese para obtenção de grau de MSc.
- Grupo de Lisboa, 1994, "Limites à Competição".
- Higgins, T., "Evaluation Methodologies for Structural Support Programmes for R&D", *Proceedings of the International Workshop*, Maio 1991, Universidade do Minho, Portugal.
- Holdbrook, J. A. D., 1991, "Scale effect on R&D expenditures", *Science and Public Policy*.
- Imboden, N., 1978, OCDE, *L'Appréciation et l'évaluation de Projets de Développement: Une approche en termes de gestion*, p.186.
- ITEC, 1995, "Diagnóstico e Análise Estratégica".
- Justman, M., Mar. 1995, *Technological Infrastructure Policy (TIP): Creating Capabilities and Building Markets*, "Research Policy", p.259-281.
- Kaplan, R. S. e Norton, D. P., Harvard Business Review, Fevereiro 1992, *The Balance Scorecard - Measures that drive Performance*.
- Kline, S. J., Rosenberg, N., 1986, *An Overview of Innovation*.
- Kotler, P., 1994, "Administração de Marketing", edição brasileira.
- Large, D. W., Barckley, D. W., 1994, *A Marketing Planning framework for successful Technology Transfers*, in *The Journal of Public Sector Management*, p.13-24.
- Lundvall, B. A., 1992, *National Systems of Innovation, Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London.
- Mansfield, E., 1991a, *Academic Research and Industrial Innovation*, in *Research Policy*, 20, p.1-12.
- Martins, Maximiano, Guimarães, Rui, 1985, "Desenvolvimento tecnológico: Mecanismos e Instituições de apoio da Comunidades Europeias".
- Miles e Huberman, "Qualitative data analysis: A source book of new methods".
- Murphy, J. J., EOLAS, 1993 - The Irish S&T Agency, *The role of RTO's in Encouraging Firms to Absorb new Technologies*, Conferência: *The Future of Research and Technology Organisation in Europe*.
- National Science Foundation, *Methodological Aspects of Statistics on Research and Development Costs and Manpower* (NSF, 1959).
- Nelson, R., Winter, S., 1982, *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, Massachusetts, Belknap Press of Harvard University.
- OCDE, 1992, "Main Science and Technology Indicators, 1992-1".
- OCDE, 1993, *Frascati Manual*, Paris.
- OCDE, 1995, *Review of National Science and Technology Policy - Portugal*, Paris.



Padzerka, B., Junho 1992, *paper* apresentado na *Canadian Economics Association* em Charlotteton, Canada.

Petrella, R., 1990, "Reflexões sobre o futuro de Portugal (e da Europa)", col. Portugal: Os próximos 20 anos, vol.VII, Fundação Calouste Gulbenkian.

Porter, M., 1990, *The Competitive Advantage of Nations*, New York, Free Press.

Select Committee on S&T, Third Report, 1989/90 House of Lords (Londres, 1990).

Senador M. Lamontagne, P.C. (Presidente), 1970, *A Science Policy for Canada*, Relatório do Comité de Política Científica do Senado (Governo do Canada, Ottawa) vol 3.

Science in an Era of Political change, June 1995, in *Nature*, London.

Schotte, J., Andersen Consulting, 1993, *Performance Criteria of Research and Technology Organizations (RTO's)* apresentado na conferência: *The Future of Research and Technology Organizations in Europe*.

Solla Price, D. J., 1969, *Measuring the Size of Science*, Academia de Ciência e Humanismo de Israel, vol4.

Stead, H., 1985, *Science and Technology Indicators in Canada and the United States of America*, Statistics Canada, Ottawa.

Tan, Raykun, R., September 1995, *Establishing Technology Transfer Infrastructure as a Strategy for promotion manufacturing*, Technovation, Oxford.

UNESCO, 1979, *An Introduction to Policy Analysis in Science and Technology*, Paris.

Veloso, F. M., 1996, "Auditoria Tecnológica nas Empresas: Um Modelo a Aplicar pelas Infraestruturas Tecnológicas", Tese submetida para a obtenção de grau de Mestre, ISEG, UTL.

Webster, A., 1994, *Bridging Institutions: The role of Contract Research Organizations in Technology Transfer*, in *Science and Public Policy*, vol.21, nº2, Abril.

Ziman, John, 1984, *An Introduction to Science Studies*, Cambridge, Cambridge University Press.